



Toetsing Verbinding Lichtmasten herindeling Berlagebrug

Herindeling fietspad en voetpad Berlagebrug

Auteur(s)

5.1.2,e

Opdrachtgever

5.1.2,e

Contactpersoon

5.1.2,e

Ingenieursbureau

Kenmerk

327222

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
5.1.2,e	5.1.2,e 5.1.2,e	5.1.2,e	17-07-2020

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Opdrachtformulering	4
2	Huidige en nieuwe situatie	6
2.1	Nieuwe situatie	6
2.2	Huidige situatie	6
2.3	Geometrie masten	12
3	Uitgangspunten	15
3.1	Normen	15
3.2	Referenties	15
3.3	Gevolgklasse	16
3.4	Materialen	16
4	Belastingen en Combinaties	18
4.1	Permanente belastingen	18
4.2	Veranderlijke belastingen	19
4.3	Bijzondere belastingen	19
4.4	Belastingcombinaties	20
4.5	Resulterende Belastingen op Verbindingen	20
5	Nieuwe Verbindingen masten	22
5.1	Mast A	22
5.2	Mast B	26
5.3	Mast C	30
5.4	Mast F	34
6	Aandachtspunten	37

Bijlage(n)

Bijlage 1 - Nieuwe situatie masten

Bijlage 2 - Archieftekeningen

Bijlage 3 - Beton kwaliteit dek

Bijlage 4 - Belastingen

Bijlage 5 - Berekeningen Masten

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De vraag is gesteld of door het versmallen van het voetpad er een breder fietspad gerealiseerd kan worden op de Berlagebrug. Om het fietspad te verbreden moeten bijna alle masten die op de Berlagebrug staan verplaatst worden.

Het gaat om de volgende onderdelen, zie Figuur 1:

- A. 4st tram-lichtmasten op de landhoofden
- B. 2 st tram-, licht- en slagboommasten op kelderpijler
- C. 2st tram-, licht- en slagboommasten op oplegpijler
- D. 2 st trammast op stalen val
- E. 4 st slagboomkasten (behorend bij B en C), 2 op kelder 2 op oplegpijler
- F. 8 st lichtmasten op aanbruggen
- G. 4 st tram-lichtmasten in Weesperzijde en Amsteldijk
- H. 4 st lichtmasten in Weesperzijde en 2 st lichtmasten aan Amsteldijk

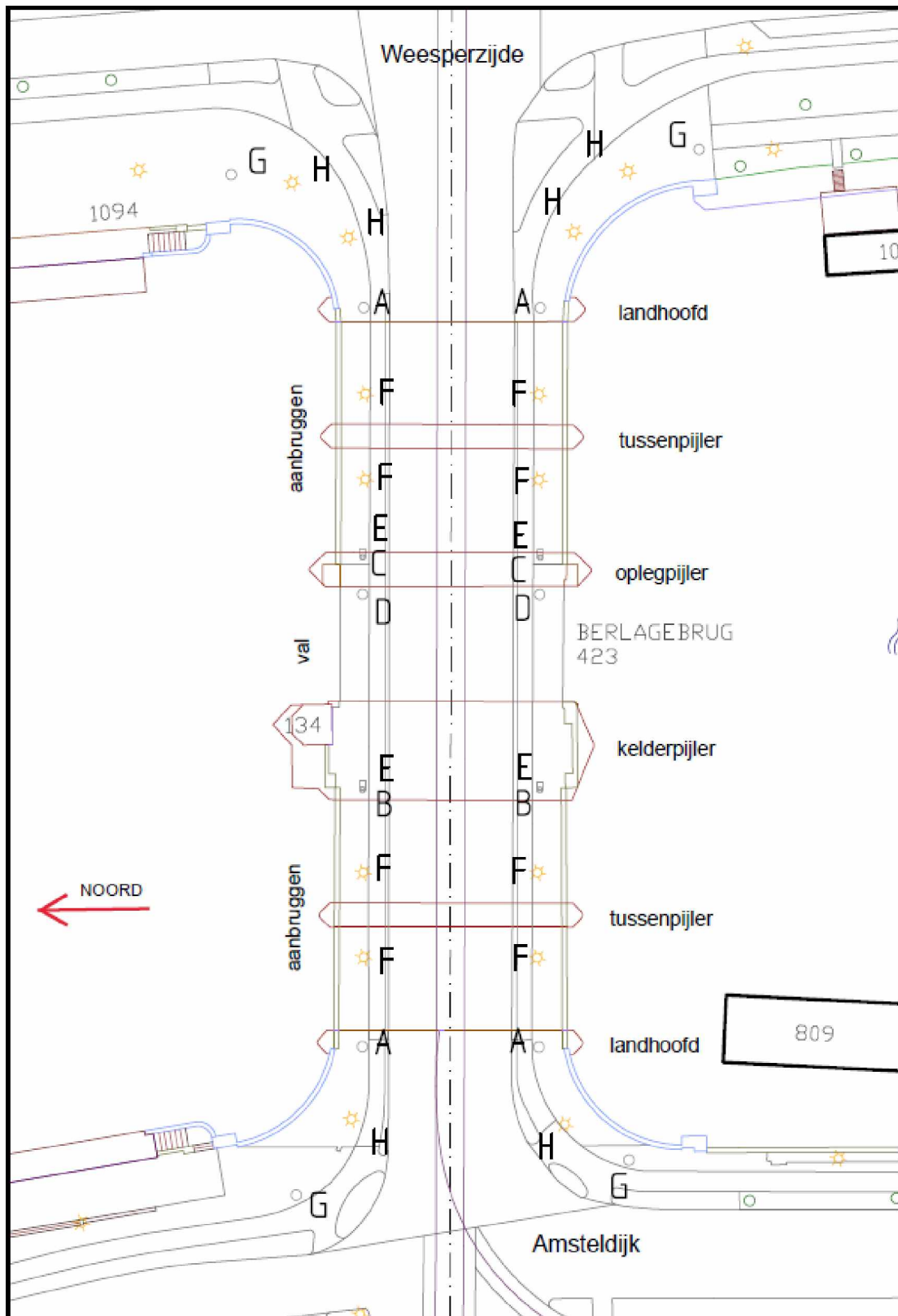
Mast D komt te staan op het stalen val, deze wordt opnieuw aangebracht en de mast wordt op de juiste locatie gemonteerd, de toetsing van de verbinding wordt dus niet meegenomen in dit rapport.

Masten G en H staan op de aanbruggen van de Berlagebrug, deze worden verder niet meegenomen in dit rapport.

De slagboomkasten E worden vervangen en verder niet behandeld in dit rapport.

1.2 Opdrachtformulering

In een voorgaande memo is de haalbaarheid van het verplaatsen van de masten getoetst, zie *Herindeling fietspad en voetpad Berlagebrug 15-06-2018*. In de onderliggende rapportage wordt per verbinding van de mast een voorstel tot demonteren gedaan, een voorstel om de masten opnieuw te verbinden op 55 cm afstand van de oude positie met het brugdek en deze verbinding wordt getoetst. Waarmee aangetoond zal zijn dat het mogelijk is om de masten te verplaatsen en op welke wijze dit moet gebeuren.

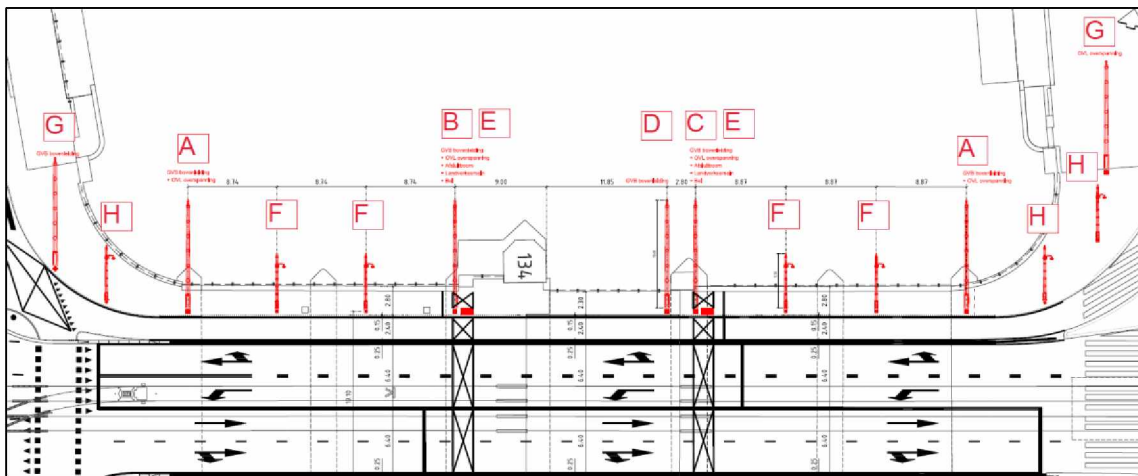


Figuur 1

2 Huidige en nieuwe situatie

2.1 Nieuwe situatie

De masten schuiven in de nieuwe situatie 55 cm op. Zie voor de nieuwe situatie van de masten Figuur 2. De volledige tekening is opgenomen in Bijlage 1 - .



Figuur 2 snede uit 32722-04 Mastenplan Blad 1

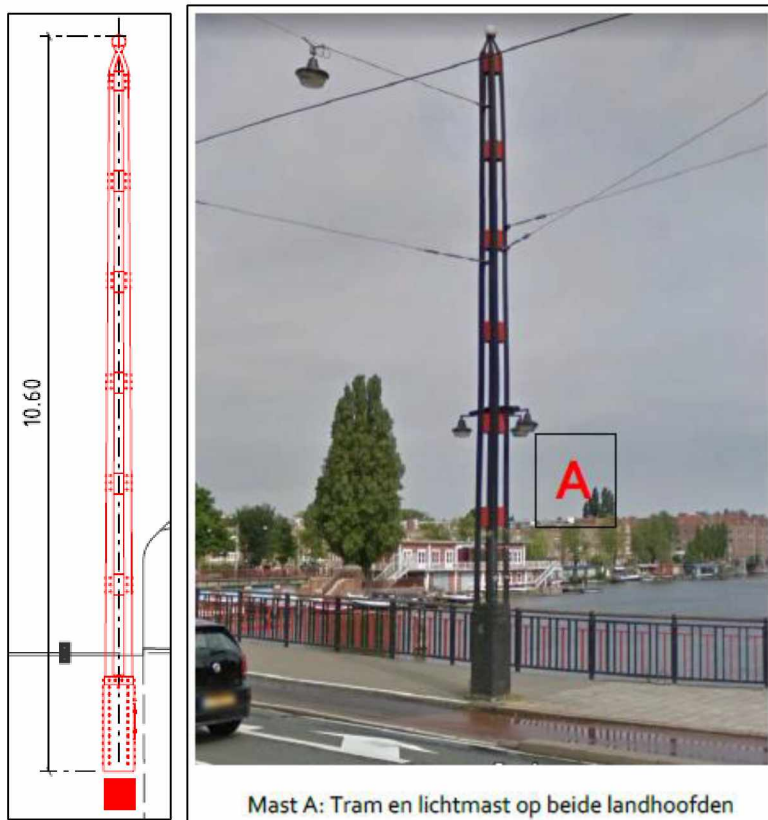
2.2 Huidige situatie

De volgende onderdelen, zullen hieronder besproken worden per onderdeel:

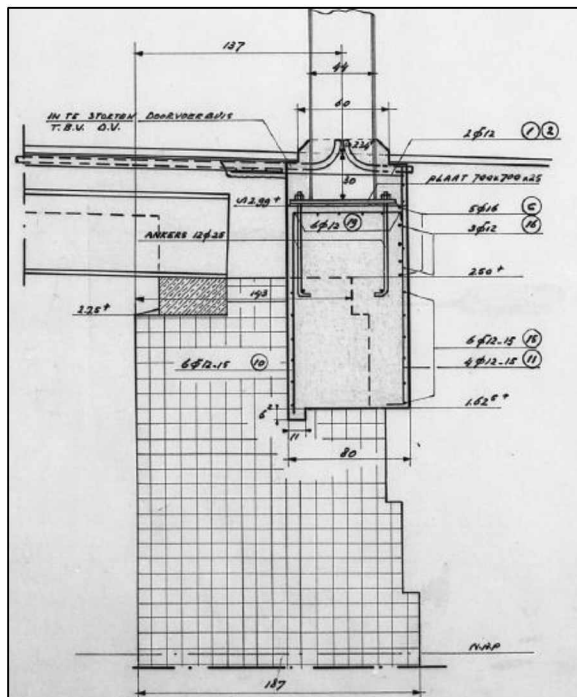
- A. 4st tram-lichtmasten op de landhoofden
- B. 2 st tram-, licht- en slagboommasten op kelderpijler
- C. 2st tram-, licht- en slagboommasten op oplegpijler
- F. 8 st lichtmasten op aanbruggen

2.2.1 Mast A

De tram-lichtmasten staan gefundeerd op de beide landhoofden, zowel op de noordelijke als zuidelijke zijde. Bij de bouw zijn de masten op een betonblok aan de achterkant van het gemetselde landhoofd geplaatst. Bij de herindeling is de mast een meter verplaatst op een nieuw betonblok, deels op het oude betonblok. Hieronder wordt een snede weergegeven uit archieftekening ref. [5], zie Bijlage 2 - voor gehele tekening.



Figuur 3 snede uit ref. [3]



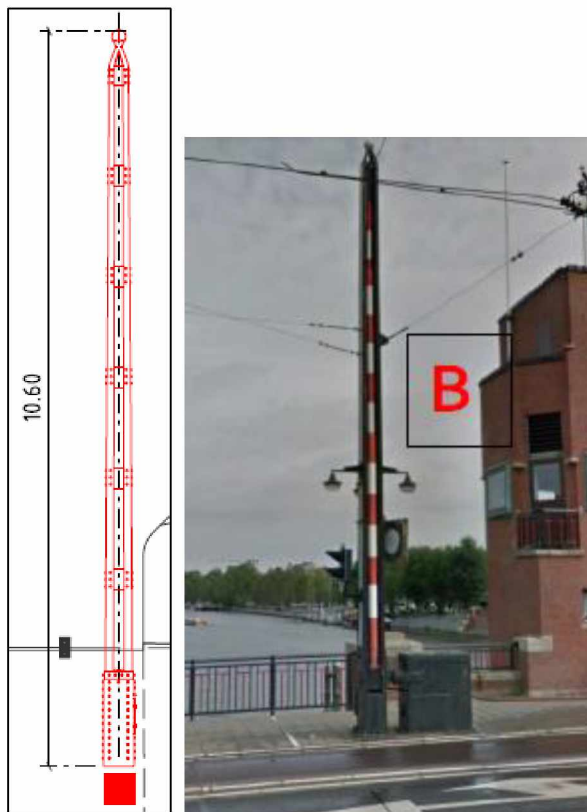
Figuur 4 snede uit ref. [5]

2.2.2 Mast B

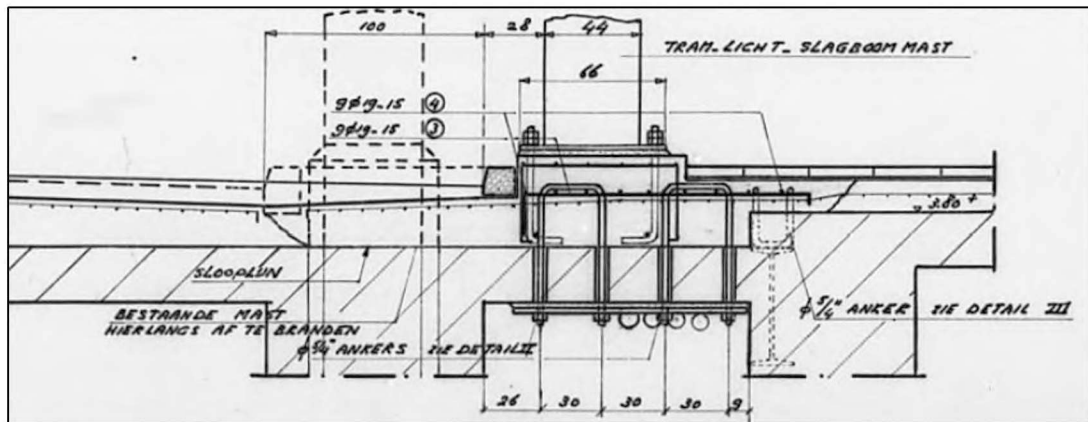
De twee masten hebben drie functies; de openbare verlichting en de tramkabels zijn gemonteerd aan de masten en ze herbergen de slagbomen.

Bij het plaatsen van de nieuwe masten in 1963, is deze bovenop de voorwand van de kelderpijler geplaatst. Op de nieuwe locatie is aan de bovenzijde van het dek het beton plaatselijk gesloopt en is er extra wapening en verankering aangebracht en zijn de masten met ankers aan het beton bevestigd.

Hieronder wordt een snede weergegeven uit archieftekening ref.[6], zie Bijlage 2 - voor gehele tekening.



Figuur 5 snede uit ref. [3]

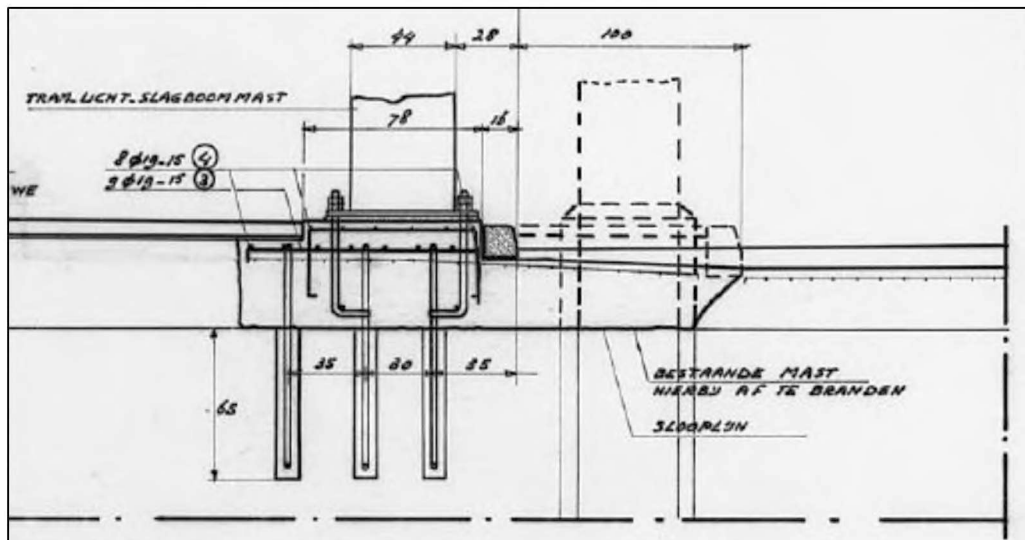


Figuur 6 snede uit ref. [6]

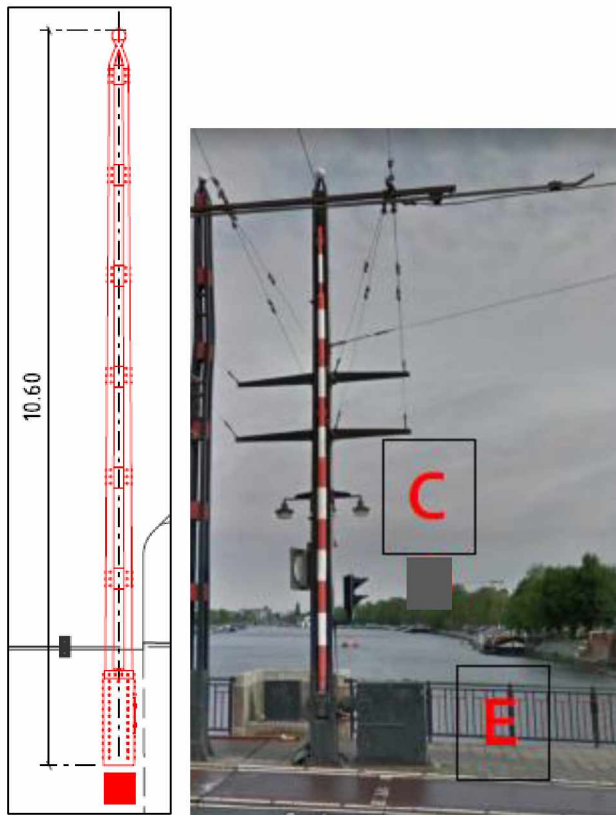
2.2.3 Mast C

Net als de masten op de kelderpijler zijn deze twee masten niet meer origineel. De originele masten stonden met de stalen voet ca. 2 meter in het beton van de pijler. Op de nieuwe locatie is het beton plaatselijk gesloopt en is er extra wapening en verankering aangebracht en zijn de masten met ankers aan het beton bevestigd.

Hieronder wordt een snede weergegeven uit archieftekening ref.[7], zie Bijlage 2 - voor gehele tekening.



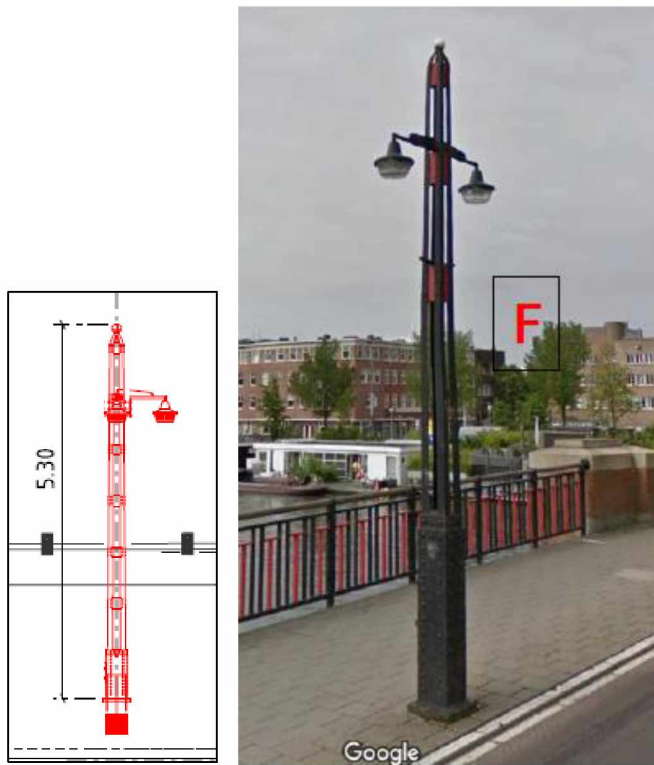
Figuur 7 snede uit ref. [7]



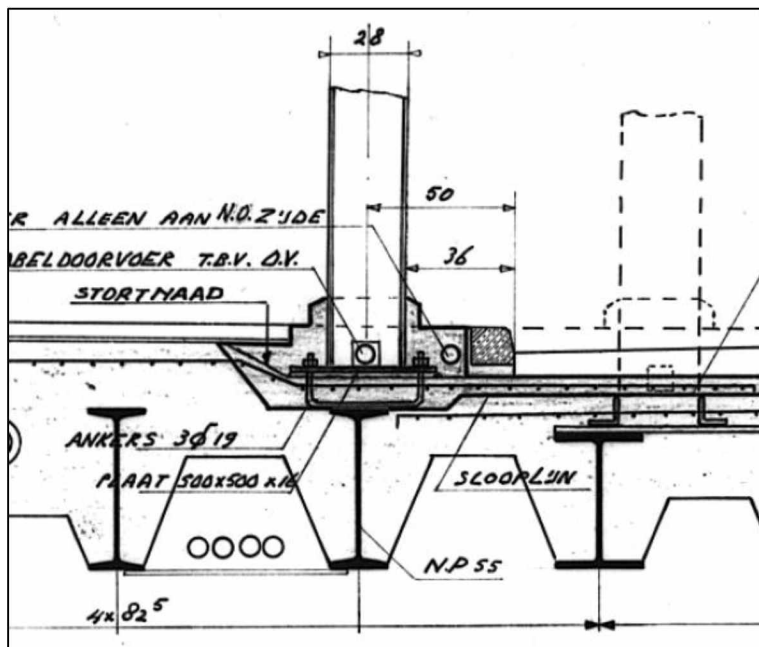
Figuur 8 snede uit ref. [3]

2.2.4 Mast F

De lichtmasten zijn aan het dek van de aanbruggen gemonteerd. De originele masten waren bevestigd door middel van een verankering op twee liggers, in 1963 zijn deze masten verplaatst en is er verankering op een enkele ligger toegepast. Hieronder wordt een snede weergegeven uit archieftekening ref.[g], zie Bijlage 2 - voor gehele tekening.



Figuur 9 snede uit ref. [3]

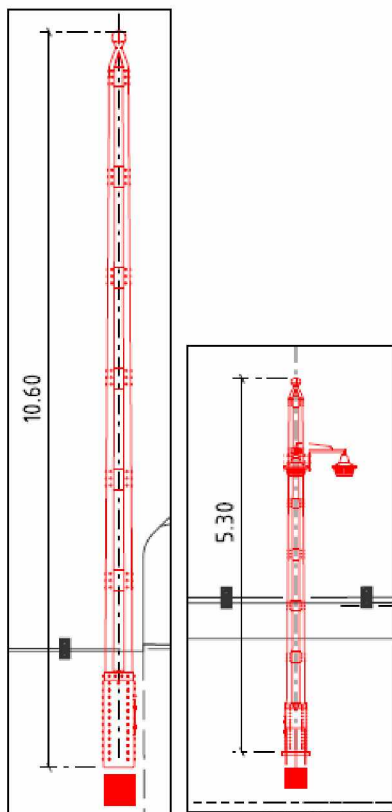


Figuur 10 snede uit ref. [9]

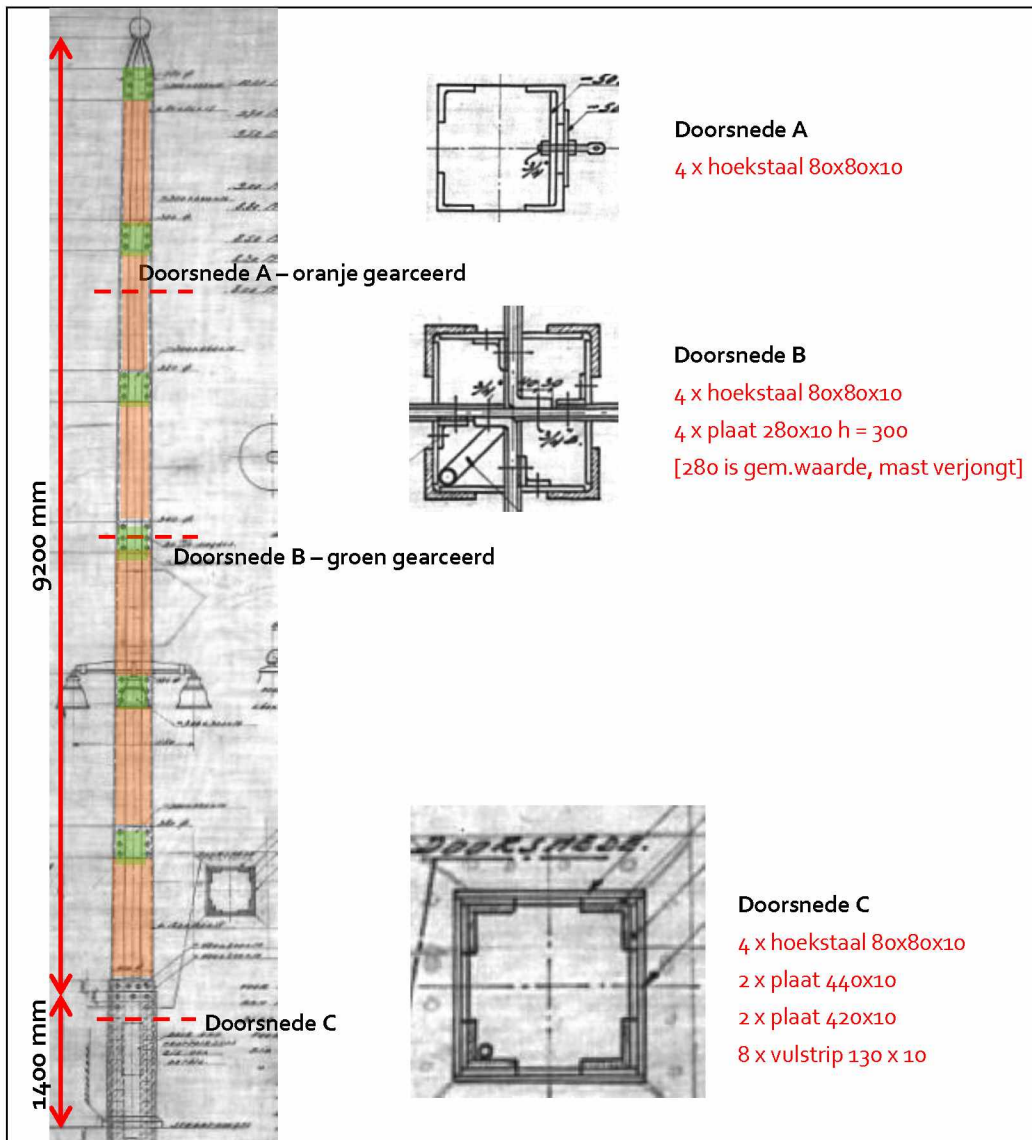
2.3 Geometrie masten

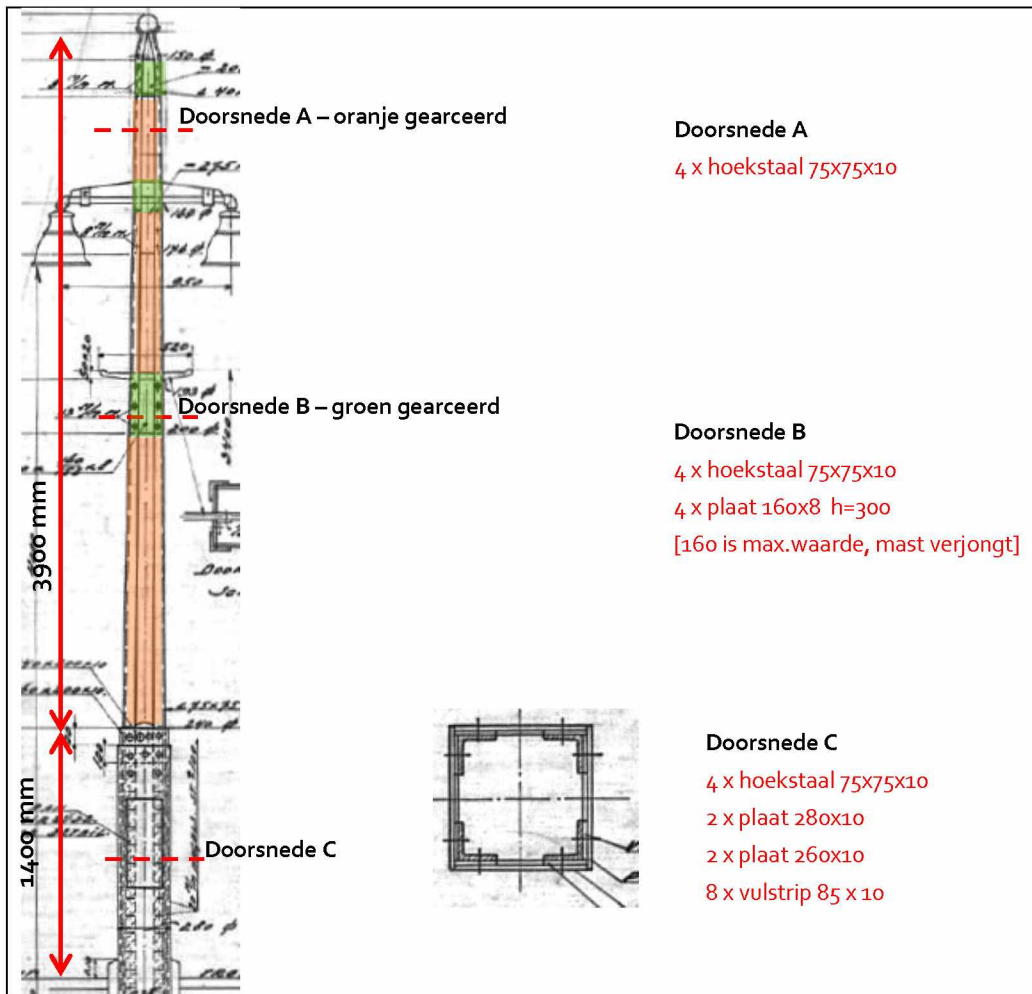
Er zijn twee verschillende masten, genoemd mast type 1 en mast type 2. De geometrie wordt afgelezen uit tekening ref. [10], zie ook Bijlage 2 - Maaiveld Gemiddeld op NAP +3.80 m hoogte.

Masttype 1 Mast A,B,C	H = 10.6 m B gem.VK = 340 mm
Masttype 2 Mast F	H = 5.3 m B gem.VK = 240 mm



Figuur 11 links masttype 1 en rechts masttype 2





3 Uitgangspunten

3.1 Normen

De volgende normen worden gehanteerd:

Tabel 1 – Normen

Norm	Titel	Jaar	Revisie
1. NEN-EN 1990 (+NB)	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp	2011	A1 + A1/C2
2. NEN-EN 1991-1-1 (+NB)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Algemene belastingen	2011	C1
3. NEN-EN 1991-1-4 (+NB)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting	2011	A1+C2
4. NEN-EN 1992-1-1 (+NB)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Algemene regels	2011	C2
5. NEN-EN 1992-2 (+NB)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Bruggen	2011	C1
6. NEN-EN 1993-1-1 (+NB)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Algemene regels	2011	C2
7. NEN-EN 1993-1-8	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen	2011	C2

3.2 Referenties

Rapportages

- [1] Herindeling fietspad en voetpad Berlagebrug 15-06-2018
- [2] 32126-3 Onderzoek Berlagebrug Materiaalonderzoek Brug 432, brug 340 en aangrenzende kadeconstructies 16-01-2018

Tekeningen

- [3] 32722-04 Mastenplan Blad 1
- [4] KLIC melding

Archieftekeningen

- [5] Tekening Tram-lichtmasten verplaatsing in 1963: 43075-6
- [6] Tekening Tram-licht-slagboommast en kast plaatsing in 1963: 43075-14
- [7] Tekening Tram-licht-slagboommast en kast plaatsing in 1963: 43075-15
- [8] Tekening Trammast verplaatsing in 63: 42895-1
- [9] Tekening Lichtmasten verplaatsing in 1963: 43075-8
- [10] Tekening van diverse masten van de brug uit 1931
- [11] Tekening Tram- en lichtmast doorsnedes: 25965 106

3.3 Gevolgklasse

Gevolgklasse CC1 en restlevensduur 30 jaar.

3.4 Materialen

3.4.1 Staal

In Tabel 2 worden de staaleigenschappen omschreven conform NEN-EN 1993-1-1 artikel 3.2. Thermische uitzettingscoëfficiënt $\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. In Tabel 3 worden de materiaalfactoren omschreven.

Tabel 2: Representatieve waarden van de vloeigrens $f_{y,rep}$ en van de treksterkte $f_{t,rep}$ afhankelijk van materiaaldikte t

Sterkteklasse	$t \leq 40 \text{ mm}$	
	$f_{y,rep}$ (MPa)	$f_{t,rep}$ (MPa)
S235 J2+N	235	360
S275 J2+N	275	430
S355 J2+N	355	510

Tabel 3 Materiaalfactoren

Ontwerpsituatie	$\gamma_s / \gamma_{s,fat}$
Blijvend en tijdelijk	1,0
Buitengewoon	1,0
Vermoeiing	1,0

3.4.2 Beton

3.4.2.1 Materiaalfactoren

Conform NEN-EN 1992-1-1 tabel 2.1N en NEN-EN 1993-1-1 geldt:

Ontwerpsituatie	γ_c voor beton	γ_s voor betonstaal
Blijvend en tijdelijk	1,5	1,15
Buitengewoon	1,2	1,0

3.4.2.2 Materiaaleigenschappen beton

Onderstaande gegevens conform NEN-EN 1992-1-1 tabel 3.1.

Er zijn uit het dek boorkernen genomen door Nebest zie ref. [2], deze zijn beproefd en de resultaten zijn verwerkt in Bijlage 3 - betonkwaliteit dek. Het dek heeft een betonklasse C_{32/40}, de materiaaleigenschappen van C_{30/37} worden aangehouden.

Hierbij horen onderstaande gegevens.

Tabel 4: Sterkte- en vervormingseigenschappen voor beton

	C30/37	C35/45
f_{ck}	30 N/mm ²	35 N/mm ²
$f_{ck, cube}$	37 N/mm ²	45 N/mm ²
f_{cm}	38 N/mm ²	43 N/mm ²
f_{cd} rekenwaarde druksterkte	20,0 N/mm ²	23,3 N/mm ²
f_{ctd} rekenwaarde treksterkte	1,35 N/mm ²	1,50 N/mm ²
E_{cm}	33.000 N/mm ²	34.000 N/mm ²
$E_{cm, gescheurd}$	11.000 N/mm ²	11.300 N/mm ²

4 Belastingen en Combinaties

Hieronder worden de belastingen op de masten bepaald, alleen de belastingen die geen verwaarloosbaar aandeel hebben in de reactiekrachten in de verbinding van de masten aan het dek worden hieronder omschreven.

Er wordt direct een belasting bepaald die als reactiekracht in de verbinding werkt.

4.1 Permanente belastingen

4.1.1 Eigengewicht

Voor de soortelijke massa van de materialen zijn hieronder waarden gegeven.

Soortelijk gewicht van materialen:

<i>materiaal</i>	γ
Gewapend beton	25,0 kN/m ³ (min.)
Constructiestaal	78,5 kN/m ³
Water	10,0 kN/m ³
Zand droog	18,0 kN/m ³
Zand nat	20,0 kN/m ³

Er zijn twee verschillende typen masten.

Zie Bijlage 4 - voor bepaling eigen gewicht, hieronder worden de waardes gegeven:

Masttype 1 $G = 9,0$ kN

Masttype 2 $G = 4,1$ kN

Slagboomkast $G = 5$ kN

4.1.2 Rustende belasting

Aan de masten zijn lampen bevestigd. Deze introduceren een belasting. Er wordt een aanname gedaan dat er 0,5 kN aanhangt op 0,5m van hart mast. Dit is een zeer conservatieve aanname. Mast F heeft deze lampen aan beide zijden en is dus in evenwicht.

Mast A, B en C hebben drie lampen hangen. Er zal dus een moment optreden in de dwarsrichting van de brug. $M = 0,5 \text{ kN} \times 0,5 \text{ m} = 0,25 \text{ kNm}$

Aangezien deze belasting nihil is in vergelijking met de andere belastingen wordt deze verder niet meegenomen in de beschouwing van de verbinding van de mast.

4.1.3 Spankrachten

Bij masten A, B en C treedt op een hoogte van 6,5m een spankracht van 10 kN op. De kracht grijpt op ca. 45 graden aan tov van de richting van de bovenleiding. Dit resulteert in een moment op de verbinding van $M = 10 \text{ kN} \times 6,5 \text{ m} = 65 \text{ kNm}$. Deze wordt in twee hoofdrichtingen gesplitst, M_A en M_B omdat de kracht in een hoek van 45 graden aangrijpt resulteert dit in:

$$V_A = 7 \text{ kN} \quad M_A = 7 \text{ kN} \times 6,5 \text{ m} = 46 \text{ kNm}$$
$$V_B = 7 \text{ kN} \quad M_b = 7 \text{ kN} \times 6,5 \text{ m} = 46 \text{ kNm}$$

4.2 Veranderlijke belastingen

4.2.1 Ophangkracht

Bij masten A, B treedt op een hoogte van 7,0 m een ophangkracht van 5 kN op (dit blijkt een conservatieve waarde). Deze belasting bevat alle veranderlijke belastingen uit de bovenleiding (ijs, wind).

De kracht grijpt haaks aan op de richting van de bovenleiding. Dit resulteert in een moment op de verbinding van $M = 5 \text{ kN} \times 7 \text{ m} = 35 \text{ kNm}$.

4.2.2 Wind belastingen

Maaiveld Gemiddeld op NAP +3.80 m hoogte.
Vanaf waterpeil NAP -0.4 hoogte wordt z gemeten

Onderkant mast ligt dan op $z = (+3.80 - 0.4) \text{ m} = 4,2 \text{ m}$
Hoogte masttype 1 is $h = 10,6 \text{ m}$. dan is $z_{\text{max}} = 14,8 \text{ m}$
Hoogte masttype 2 is $h = 5,3 \text{ m}$. Dan is $z_{\text{max}} = 9,5 \text{ m}$

Dit resulteert in de volgende belastingen op de verbinding, zie Bijlage 4 - :

$$\text{Masttype 1:} \quad F = 5 \text{ kN}$$
$$\quad \quad \quad M = 29 \text{ kNm}$$
$$\text{Masttype 2:} \quad F = 2 \text{ kN}$$
$$\quad \quad \quad M = 5 \text{ kNm}$$

4.3 Bijzondere belastingen

Er wordt geen bijzondere belasting in de vorm van aanrijding meegenomen. Er wordt rekening mee gehouden dat de capaciteit van het uitrekken van beton groter is dan de capaciteit van de bouten. Op deze manier, wordt er voorkomen dat de mast uit het beton getrokken wordt.

Het enige wat dan vervangen zal moeten worden zijn of de bouten of de mast zelf.

4.4 Belastingcombinaties

4.4.1 Belastingfactoren

De volgende belastingfactoren worden gehanteerd (conform NEN-EN 1990 tabel NB.13):

Gevolgklasse	G			Veranderlijk
	6.10a	6.10b (incl ξ)	Gunstig	
CC1	1,20	1,10	0,9	1,35

Er treden 2 type veranderlijke belasting op, ophangkracht en windbelasting. Deze worden als 1 belasting aangeleverd, momentaanfactoren worden hier niet toegepast. Dit is een conservatieve benadering.

4.4.2 Combinaties

De volgende UGT-combinaties worden gehanteerd, conform vergelijking 6.10 b:

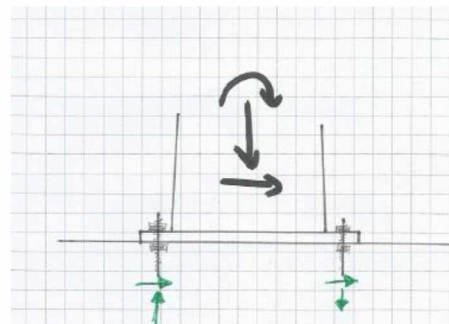
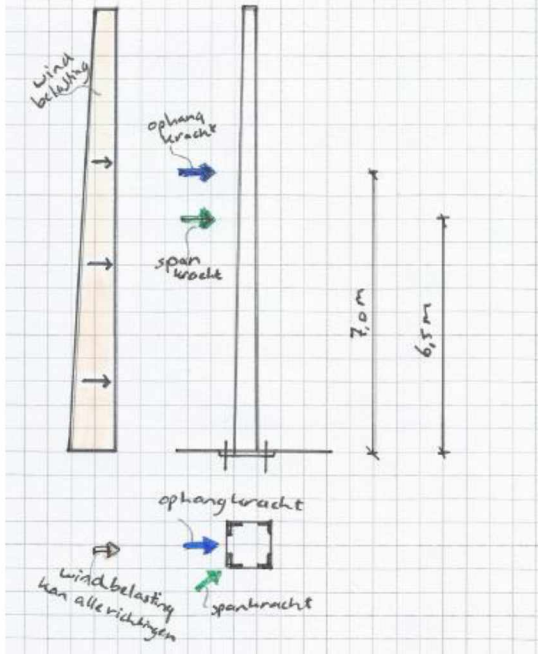
	BGT	UGT 1	UGT 2
Eigen gewicht	1,0	1,10	0,9
Spankrachten	1,0	1,10	1,10
Ophangkracht	1,0	1,35	1,35
Windbelasting	1,0	1,35	1,35

UGT 2 zal maatgevend zijn voor het toetsen van de verbindingen.

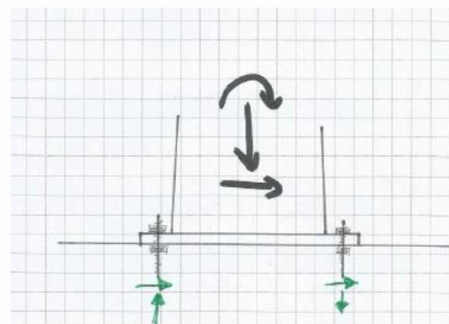
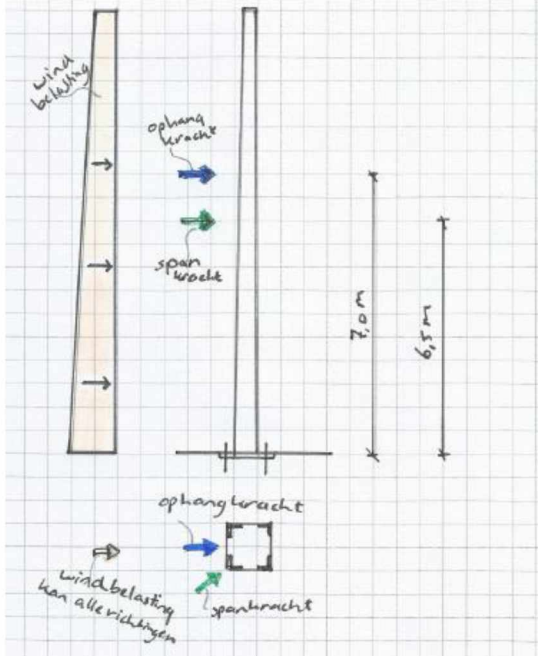
4.5 Resulterende Belastingen op Verbindingen

De belastingen aangrijpend op de mast resulteren in een verticale drukkracht, moment en horizontale kracht op de verbinding van de mast. Deze belastingen worden opgenomen door de

bouten in de verbinding in de vorm van een afschuifkracht en trek- of drukkracht, zie



Figuur 12.



Figuur 12 belastingen op de verbinding

Hieronder worden de resulterende belastingen, rekenwaarden, op de verbindingen weergegeven, zie ook Bijlage 4 - belastingen en combinaties.

UGT2:

Mast A B en C	N in kN	VA in kN	VB in kN	MA in	MB in
---------------	---------	----------	----------	-------	-------

				kNm	kNm
Eigen gewicht	8				
Spankrachten		8	8	51	51
Ophangkracht		7		47	
Windbelasting		7		39	
Totaal	8 kN	22 kN	8 kN	137 kNm	51 kNm

<i>Mast F</i>	N in kN	V in kN	M in kNm
Eigen gewicht	4		
Windbelasting		3	7
Totaal	4 kN	3 kN	7 kNm

5 Nieuwe Verbindingen masten

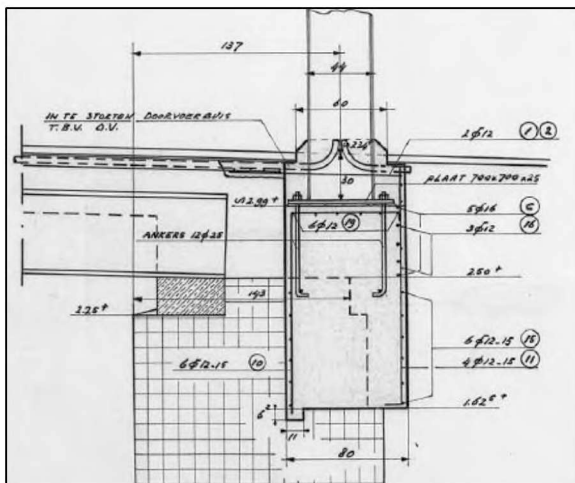
Per mast wordt toegelicht hoe deze gedemonteerd worden, de geometrie, materialen en onderdelen van de nieuwe verbinding en een constructieve toets van deze verbindingen.

5.1 Mast A

De tram-lichtmasten type A staan in de bestaande situatie gefundeerd op de beide landhoofden op een betonblok die op het metselwerk geplaatst is. Bij de verplaatsing van de lichtmast zal weer een nieuw betonblok geplaatst worden.

Ter plaatse van de nieuwe locatie van de mast ligt nu een doorvoer voor kabels.

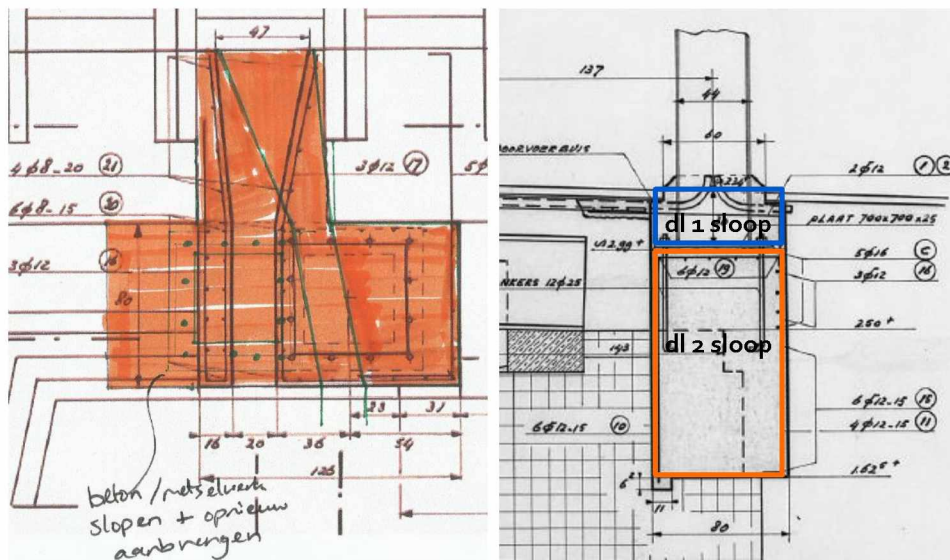
Deze zal verplaatst moeten worden. Daarom wordt het oude betonblok volledig gesloopt en er een nieuw groter betonblok aangebracht.



Figuur 13 snede uit ref. [5] bestaande verbinding mast

5.1.1 Demonteren mast A

- 1) Beton slopen tot NAP +2.99m liefst met waterjet, zie Figuur 14. Ter plaatse van de liggers wapening intact houden.
- 2) Indien mogelijk bouten losdraaien en voetplaat behouden. Als dit niet mogelijk is slijpen en nieuwe voetplaat bevestigen. Mast verwijderen.
- 3) Beton slopen tot NAP +1.60m, zie Figuur 14.

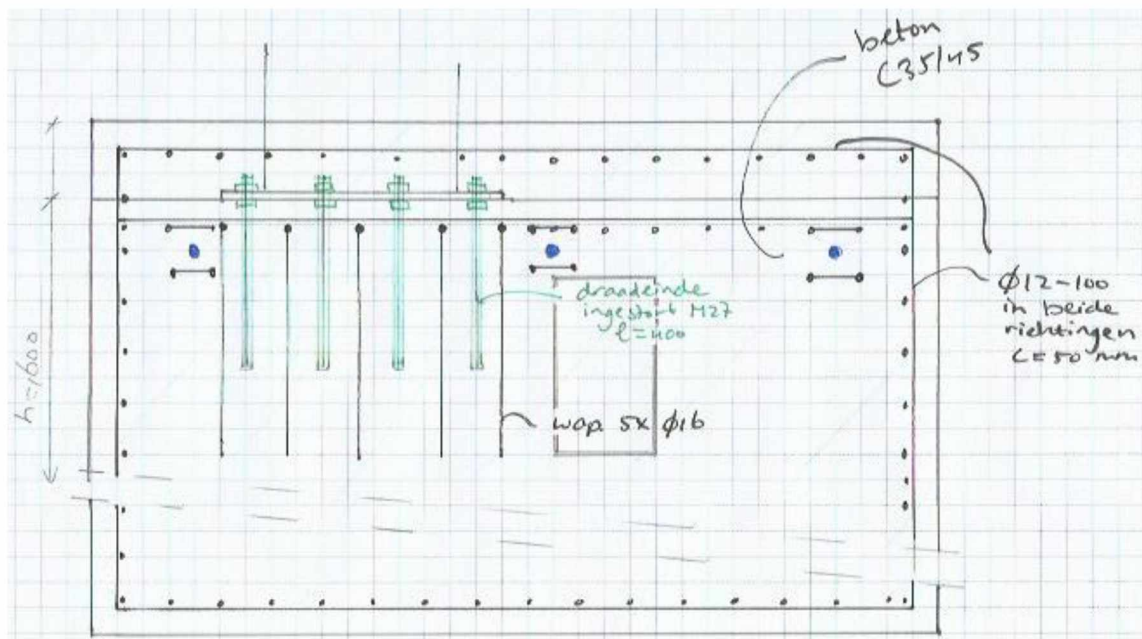
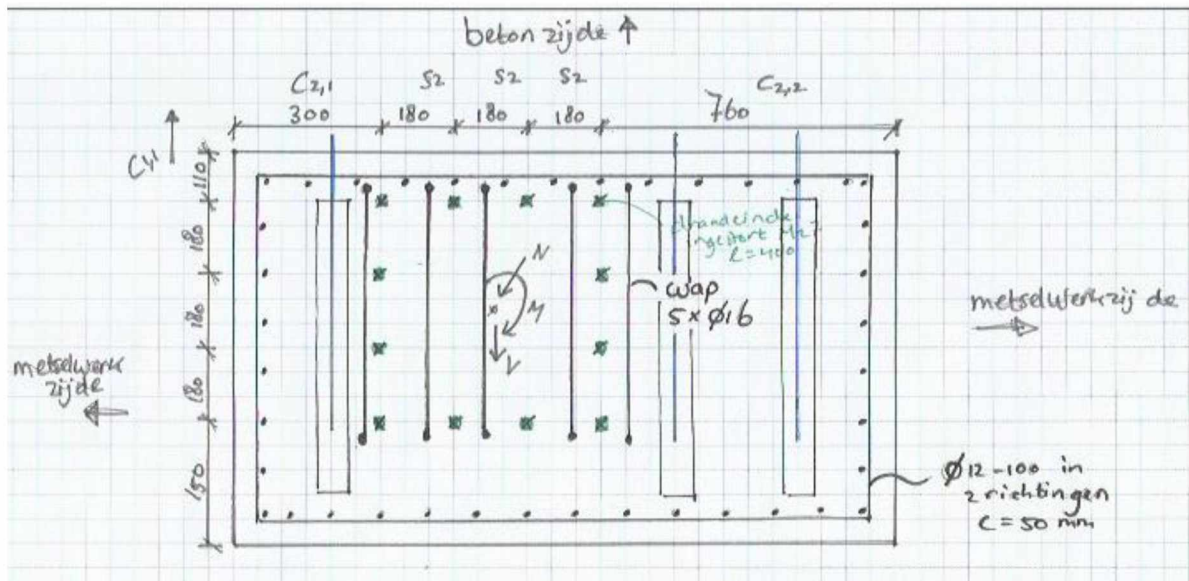


Figuur 14 beton en metselwerk slopen en doorvoer voor kabels verleggen

5.1.2 Nieuwe verbinding mast A

Het oude blok wat vervangen wordt en het nieuwe blok beton bestaat uit betonklasse C35/45 (milieuklasse XD3) en wordt ter plaatse in situ gestort.

- 4) Doorvoer voor kabels verleggen, zie Figuur 14 doorvoer in groen aangegeven
- 5) Wapening $\phi 12-100$ in beide richtingen als praktische wapening aanbrengen en rondom doorvoer, ook tpv stortnaad onder de voetplaat
- 6) Wapening haarspelden $5 \times \phi 16$ tpv ankers aanbrengen, zie Figuur 15
- 7) Draadeinden $12 \times M27$ klasse 5.6 $l=400$ mm stellen
- 8) Tot NAP +2.99m aanstorten, mast stellen
- 9) Tot bovenzijde dek aanstorten

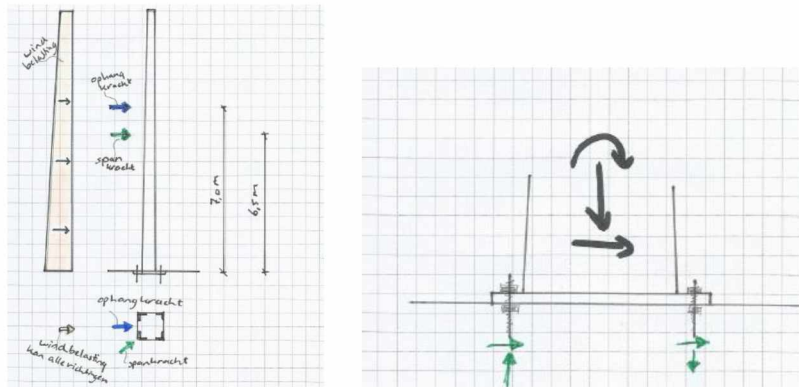


Figuur 15 bovenaanzicht en zijaanzicht betongedeelte en ankers diam 14 mm

5.1.3 Toetsing verbinding mast A

Toetsing verbinding, zie Bijlage 5 - A.

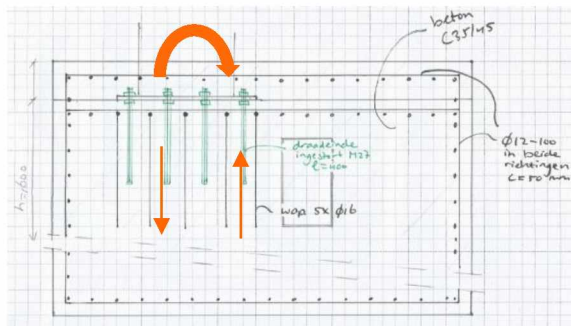
De verbinding wordt getoetst op de belastingen die optreden conform Hoofdstuk 4.5.



Figuur 16 belastingen op de verbinding

Mast A B en C	N in kN	VA in kN	VB in kN	MA in kNm	MB in kNm
Totaal	8 kN	22 kN	8 kN	137 kNm	51 kNm

De draadeinden die in het beton worden gestort dragen deze belastingen over aan het betonblok. De doorsnede van deze bouten worden daarom getoetst op trek- en schuifkracht.



Figuur 17 moment optredend in mast resulteert in trek en druk in bouten

Zie Bijlage 5 - A voor de toetsingen, hieronder worden de resultaten weergegeven.

Type verbinding: **HUS3-H 14 h_nom1**

Diam 14 mm, l = 65 mm

UC staalbreuk trek	0,82
UC staalbreuk afschuiving	0,07
UC Beton achteruit breken afschuiving	0,09
UC Betonrandbreuk afschuiving	0,45
$ucV^2+ucT^2 =$	$0,82^2+0,45^2 = 0,88$

Daarnaast wordt het uitbreken van het beton verhinderd door ophangwapening, deze wordt verankerd in het beton.

Optredende trekkracht $N = 294 \text{ kN}$, zie Bijlage 5 - A

$A_{\phi 16 \times 10} = 2010 \text{ mm}^2$ $\sigma = N/A = 294.000 \text{ N} / 2010 \text{ mm}^2 = 147 \text{ N/mm}^2$. De wapening voldoet en met $\sigma < 200 \text{ N/mm}^2$ is geen scheurwijdte toets benodigd.

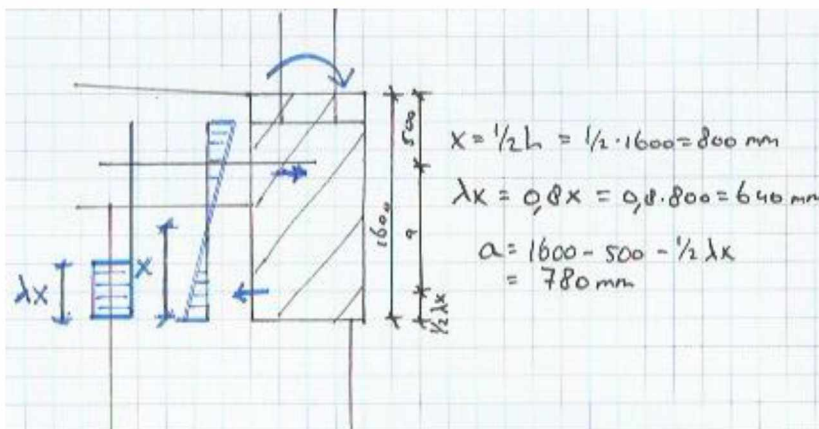
Het Landhoofd is een gewicht constructie van metselwerk, het betonblok neemt deze functie over. Het betonblok zit aan drie zijden ingeklemd door het metselwerk en zal op die manier wanneer er een moment optreedt op de masten, via druk zijn belastingen afdragen aan het metselwerk. Het zwaarste moment treedt op in de dwarsrichting van de rijbaan, zie Figuur 15 en draagt zijn belastingen over aan het metselwerk.

Achter het landhoofd, aan de grondzijde, is deze niet ingeklemd. Om te voorkomen dat het betonblok gaat kantelen, zal deze worden verankerd aan het betondek. Het kantelen zou dan veroorzaakt worden door het resulterende moment uit wind.

$$M = 39 \text{ kNm}$$

Arm = 780 mm, zie Figuur 18

$$F = M/\text{arm} = 50 \text{ kN}$$



Figuur 18

Er wordt 3x draadeinde verankerd met diam $\phi = 12 \text{ mm}$ $A = 3 \times 113 \text{ mm}^2$

$\sigma = F/A = 50.000 / 339 \text{ mm}^2 = 148 \text{ N/mm}^2$, deze voldoen.

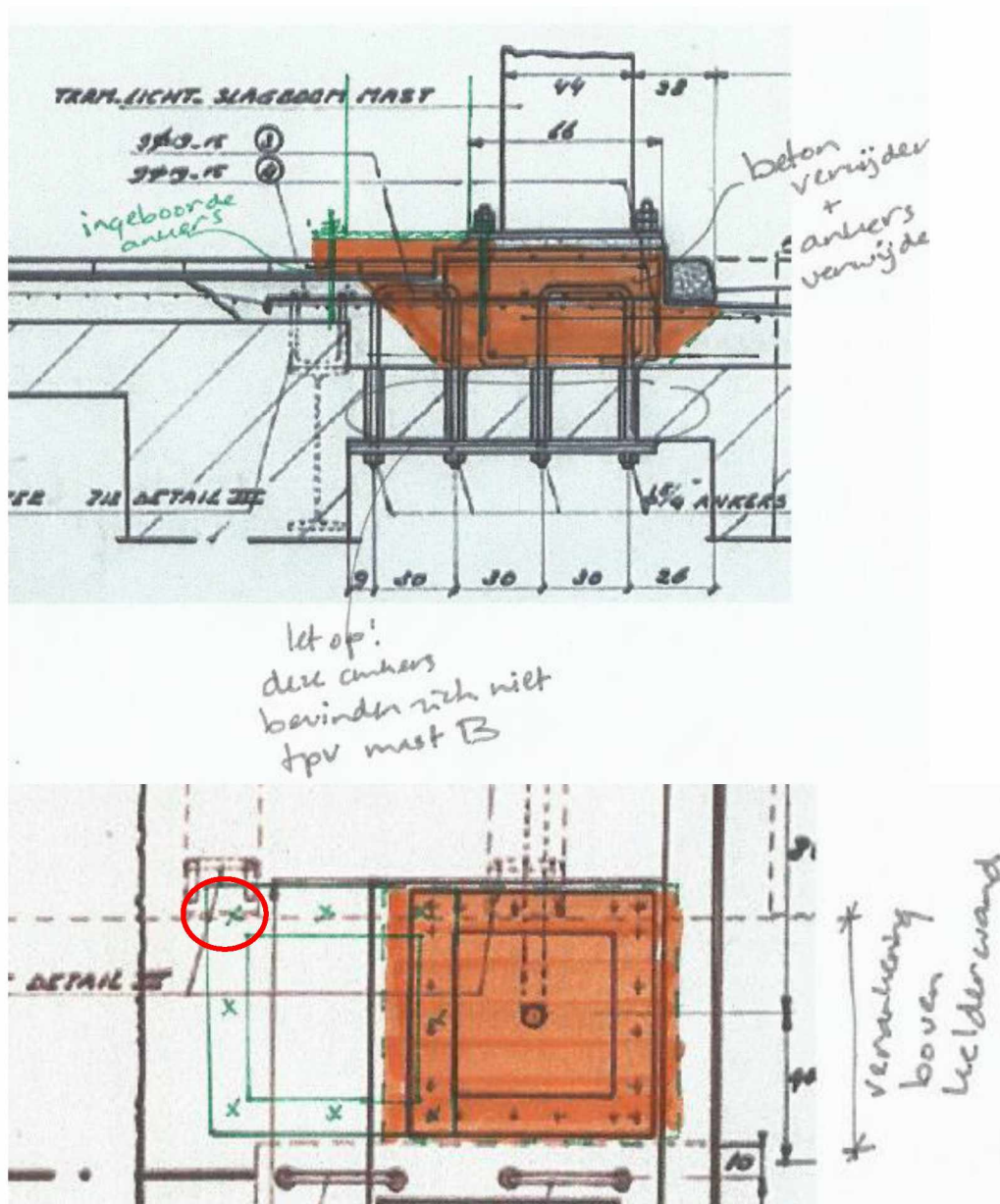
Om de verankering worden extra haarspelden in het beton gelegd.

5.2 Mast B

De tram-lichtmasten type B staan gefundeerd op de kelderwanden. Dit biedt de mogelijkheid om ankers in te boren. Wel zullen de bestaande ankers eerst verwijderd moeten worden omdat deze de nieuwe ankers in de weg zitten, zie ook schets Figuur 19.

5.2.1 Demonteren mast B

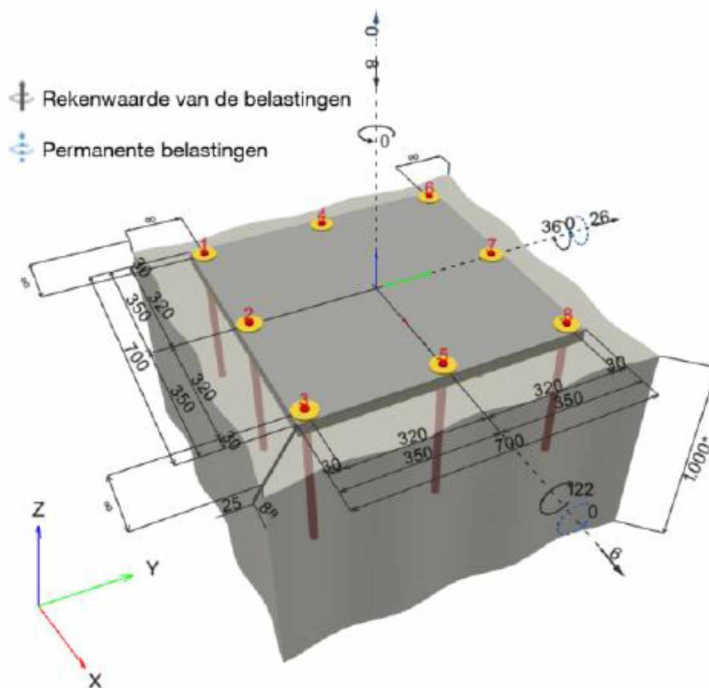
- 1) Indien mogelijk bouten losdraaien en voetplaat behouden. Als dit niet mogelijk is slijpen en nieuwe voetplaat bevestigen. Mast tijdelijk verplaatsen.
- 2) Beton slopen tot 300 mm onder dek liefst met waterjet, zie Figuur 19. Ankers verwijderen.



Figuur 19 beton slopen en doorvoer voor kabels verleggen, in rood 1 anker boven ligger

5.2.2 Nieuwe verbinding mast B

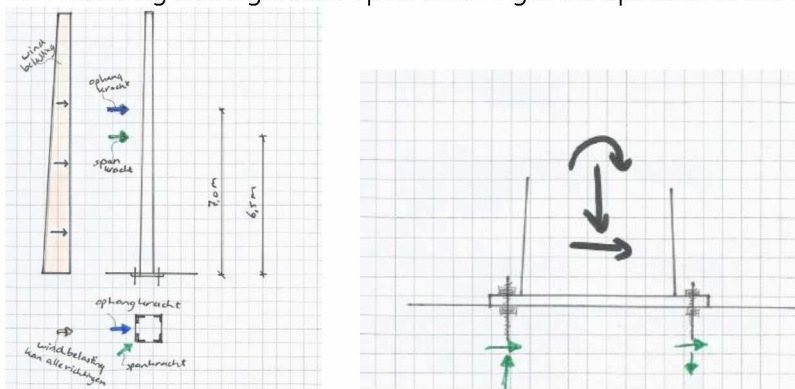
- 1) Wapening horizontaal inboren, praktische wapening $\phi 12-100$ aanbrengen.
- 2) Beton aanstorten met C35/45
- 3) Ankers inboren HIT-HY 200-A + AM (8.8) M20 $l = 400$ mm; aantal ankers zie bestaand; $n=20$



Figuur 20 bovenaanzicht en zijaanzicht betongedeelte en ankers

5.2.3 Toetsing verbinding mast B

De verbinding wordt getoetst op de belastingen die optreden conform Hoofdstuk 4.5.



Figuur 21 belastingen op de verbinding

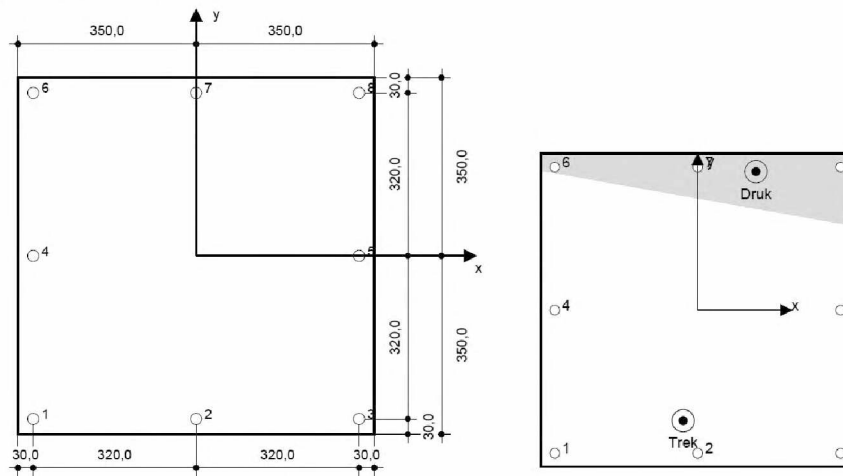
Mast A B en C	N in kN	VA in kN	VB in kN	MA in kNm	MB in kNm
Totaal	8 kN	22 kN	8 kN	137 kNm	51 kNm

De ankers die in het beton worden ingeboord dragen deze belastingen over aan de kelderwand. De doorsnede van deze ankers worden daarom getoetst op trek- en schuifkracht en het geheel op betonkegelbreuk.

Zie Bijlage 5 - B voor de toetsingen, hieronder worden de resultaten weergegeven.

Type verbinding: **HIT-HY 200-A + AM (8.8) M20**

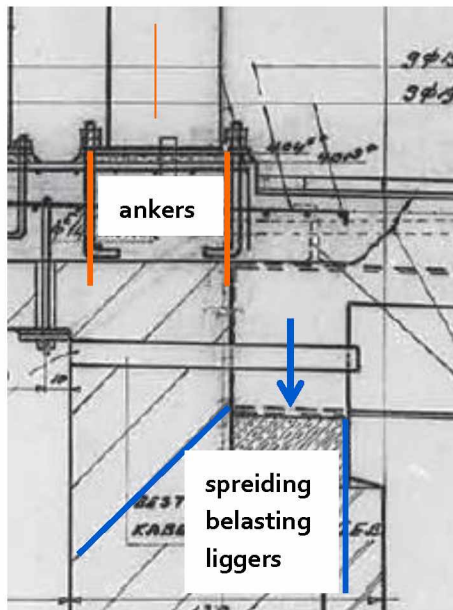
Diam 20 mm, l = 400 mm



UC staalbreuk trek	0,54
UC gecombineerd bezwijken betonkegelbreuk en uitrekken	0,57
UC betonkegelbreuk	0,60
UC staalbreuk afschuiving	0,30
UC Beton achteruit breken afschuiving	0,03
Gecombineerd trek en afschuiving	0,62

In de toetsing zijn er minder ankers meegenomen dan in de huidige bevestiging (conservatieve beschouwing). Echter zal er 1 anker niet mee genomen kunnen worden omdat deze zich boven een ligger bevindt, dus deze anker wordt daarmee gecompenseerd, zie Figuur 19.

De kelderwand draagt de keldervloer, er wordt verwacht dat hier geen extreme belastingen optreden en dat er weinig wapening doorboord wordt. De belastingen van de stalen liggers worden hieronder afgedragen, zie Figuur 22.



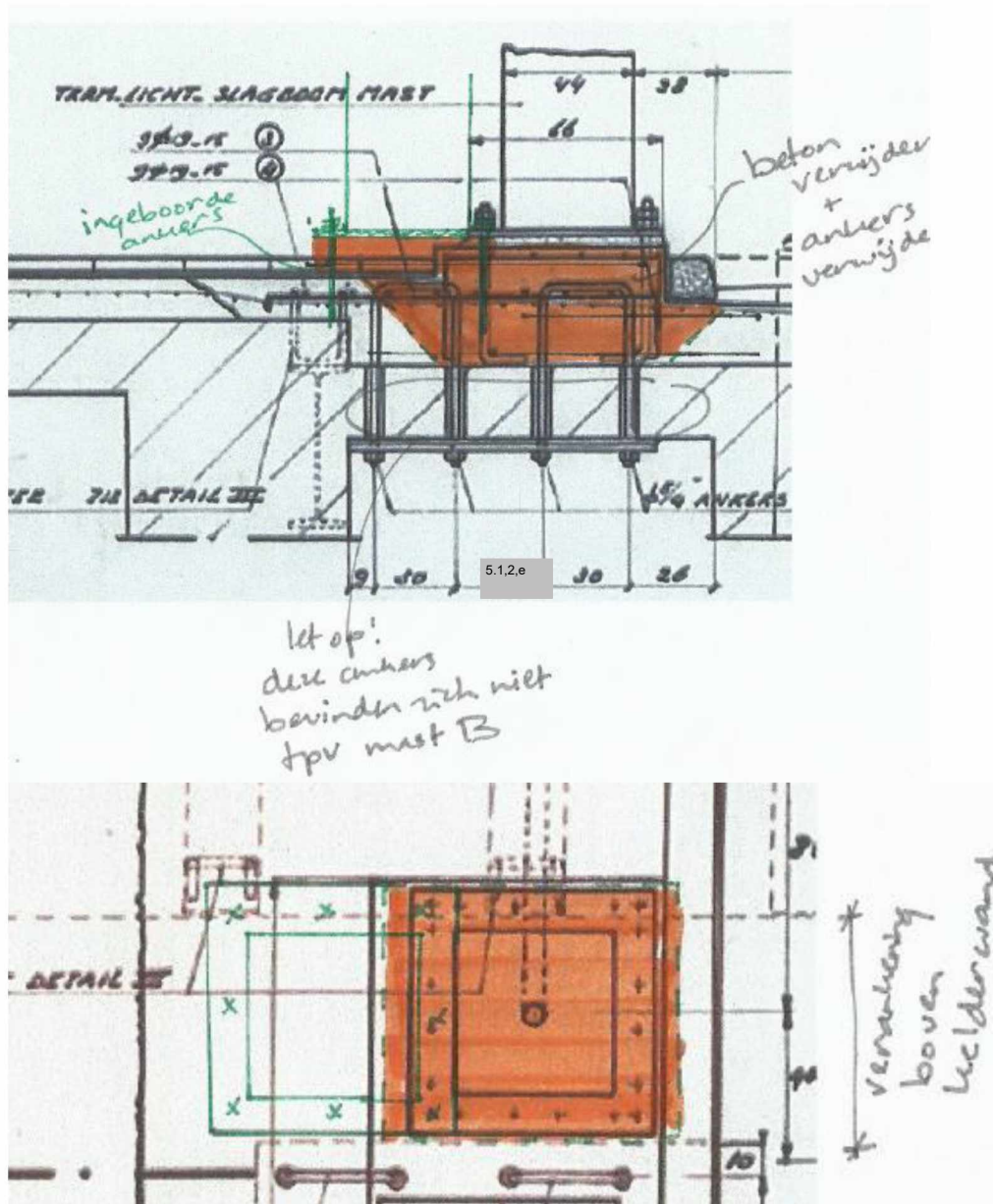
Figuur 22

5.3 Mast C

De tram-lichtmasten type C staan gefundeerd op de kelderwanden. Dit biedt de mogelijkheid om ankers in te boren. Wel zullen de bestaande ankers eerst verwijderd moeten worden omdat deze de nieuwe ankers in de weg zitten, zie ook schets Figuur 23.

5.3.1 Demonteren mast C

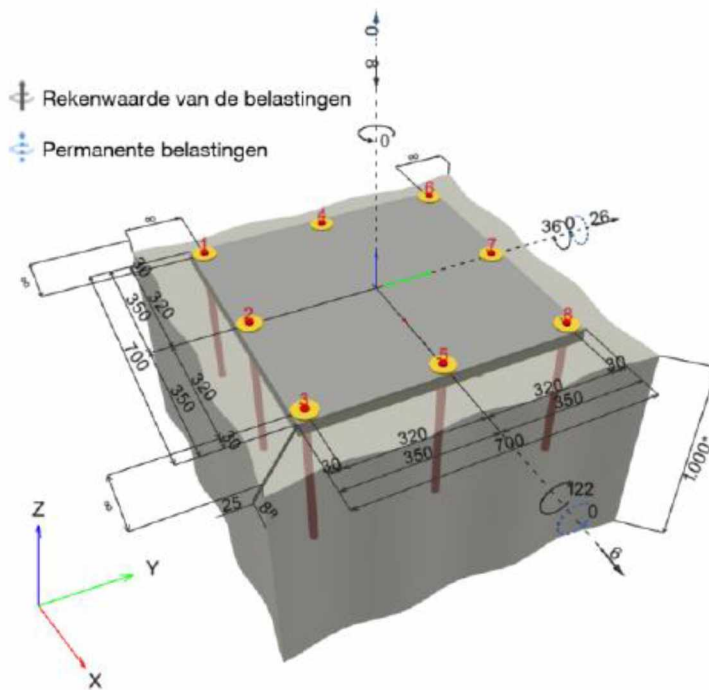
- 3) Indien mogelijk bouten losdraaien en voetplaat behouden. Als dit niet mogelijk is slijpen en nieuwe voetplaat bevestigen. Mast tijdelijk verplaatsen.
- 4) Beton slopen tot 300 mm onder dek liefst met waterjet, zie Figuur 23. Ankers verwijderen.



Figuur 23 beton slopen

5.3.2 Nieuwe verbinding mast C

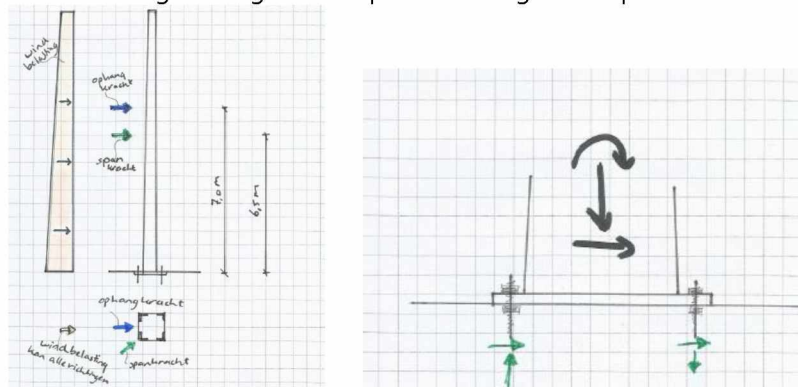
- 4) Wapening horizontaal inboren, praktische wapening $\phi 12-100$ aanbrengen.
- 5) Beton aanstorten met C35/45
- 6) Ankers inboren HIT-HY 200-A + AM (8.8) M20 $l = 360$ mm



Figuur 24 bovenaanzicht en zijaanzicht betongedeelte en ankers

5.3.3 Toetsing verbinding mast C

De verbinding wordt getoetst op de belastingen die optreden conform Hoofdstuk 4.5.



Figuur 25 belastingen op de verbinding

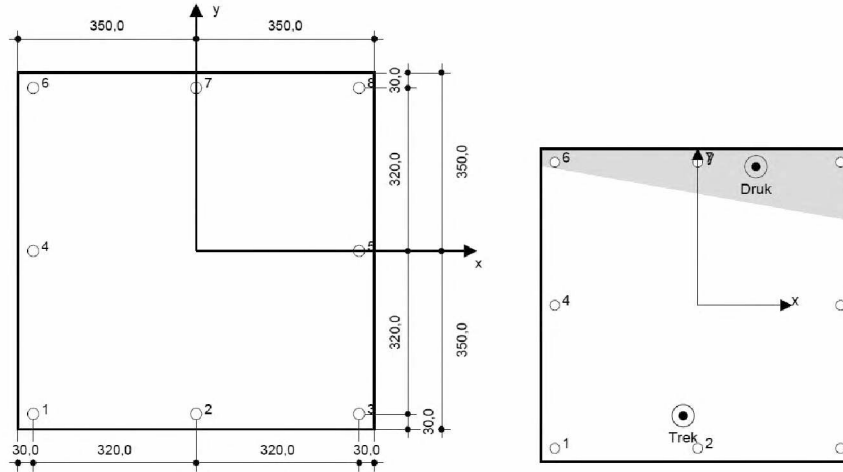
Mast A B en C	N in kN	VA in kN	VB in kN	MA in kNm	MB in kNm
Totaal	8 kN	22 kN	8 kN	137 kNm	51 kNm

De ankers die in het beton worden ingeboord dragen deze belastingen over aan de kelderwand. De doorsnede van deze ankers worden daarom getoetst op trek- en schuifkracht en het geheel op betonkegelbreuk.

Zie Bijlage 5 - C voor de toetsingen, hieronder worden de resultaten weergegeven.

Type verbinding: **HIT-HY 200-A + AM (8.8) M20**

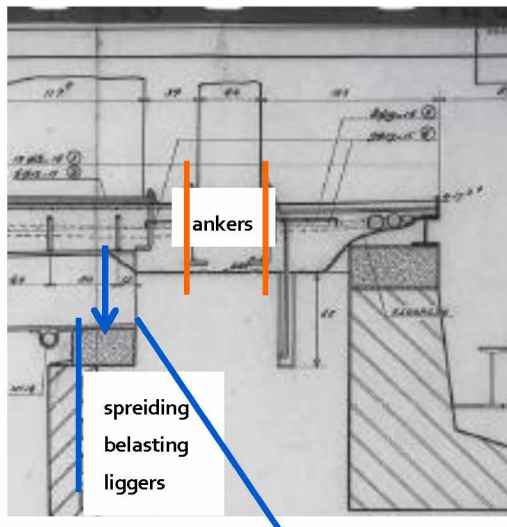
Diam 20 mm, l =400 mm



UC staalbreuk trek	0,54
UC gecombineerd bezwijken betonkegelbreuk en uitrekken	0,57
UC betonkegelbreuk	0,60
UC staalbreuk afschuiving	0,30
UC Beton achteruit breken afschuiving	0,03
Gecombineerd trek en afschuiving	0,62

In de toetsing zijn er minder ankers meegenomen dan in de huidige bevestiging (conservatieve beschouwing).

De kelderwand draagt de keldervloer, er wordt verwacht dat hier geen extreme belastingen optreden en dat er weinig wapening doorboord wordt. De belastingen van de stalen liggers worden hieronder afgedragen, zie Figuur 26.



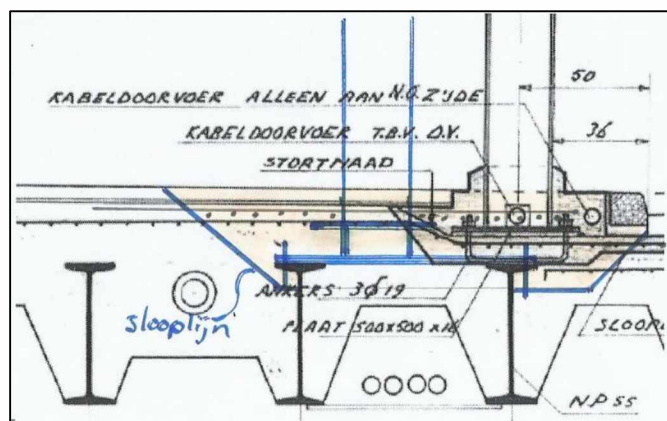
Figuur 26

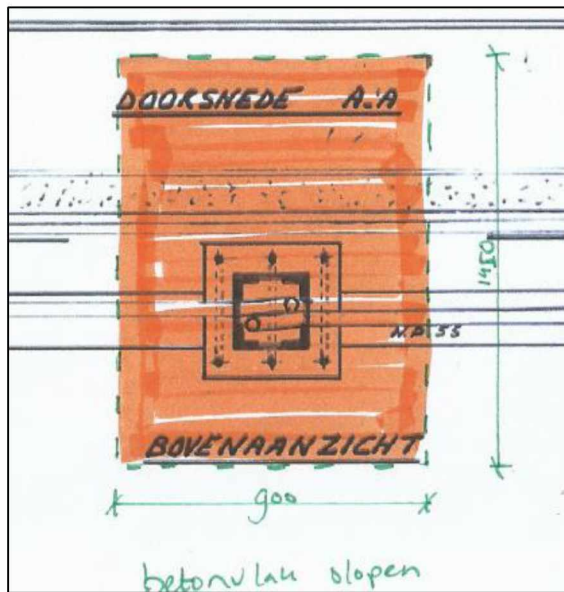
5.4 Mast F

Mast F bevindt zich op het dek van de aanbruggen. De belastingen die op deze masten treden zijn minder grote belastingen als deze op mast A, B en C. de verbindingen zijn dus ook minder zwaar gedimensioneerd.

5.4.1 Demonteren mast F

- 1) Beton slopen in een vlak van 900 mm bij 1450 mm tot boven de liggers NP55 en aan beide zijden van de liggers om bouten kunnen toe te voegen, ongeveer een hoogte van 300 mm, zie Figuur 27
- 2) Wapening t.p.v. nieuwe locatie wegnippen.

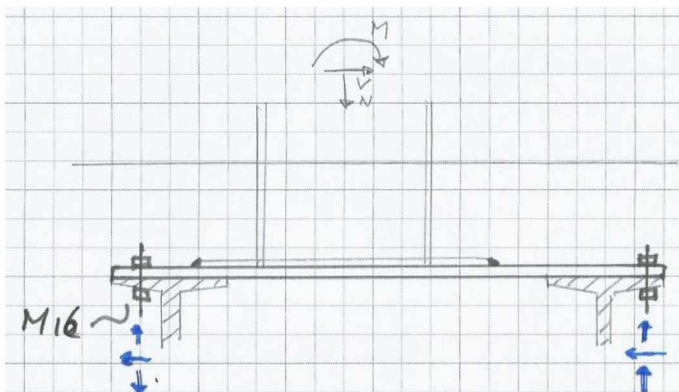


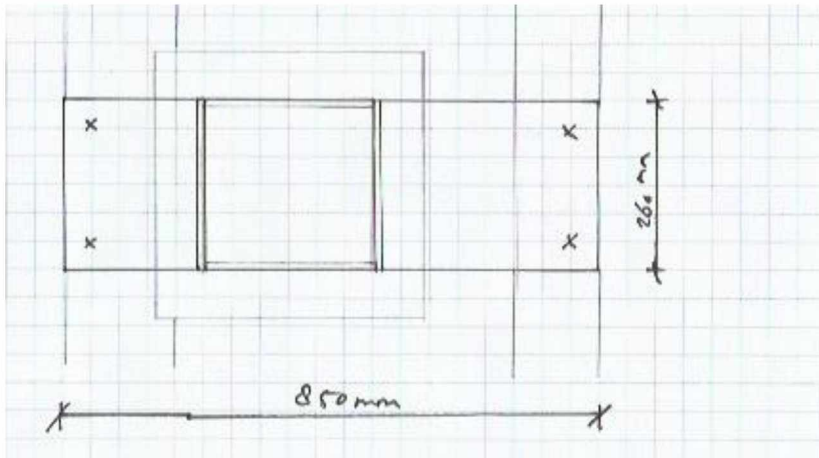


Figuur 27 betonvlak slopen tpv mast F

5.4.2 Nieuwe verbinding mast F

- 3) Onderplaat S35 afmetingen=850x260x12mm³ bevestigen aan mast met las
- 4) Gaten boren in liggers
- 5) Plaatsen mast op liggers, bouten aandraaien
- 6) 4 ankers M16 boutklasse 5.6 plaatsen
- 7) terugplaatsen wapening 16-100 met voldoende overlappingslengte (100% overlap)
- 8) Beton aanstorten C35/45

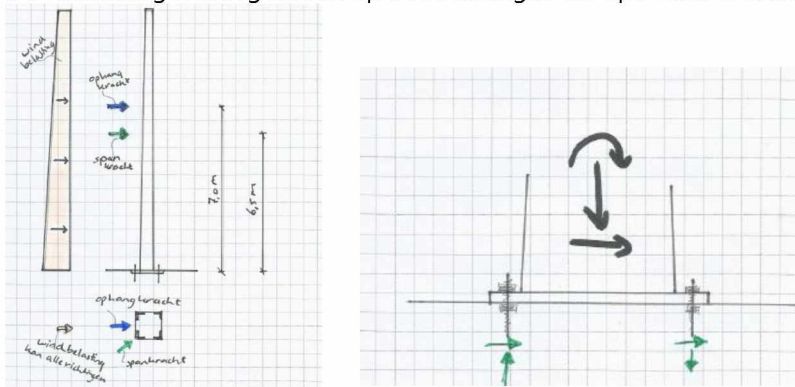




Figuur 28 bovenaanzicht en zijaanzicht betongedeelte en ankers

5.4.3 Toetsing verbinding mast F

De verbinding wordt getoetst op de belastingen die optreden conform Hoofdstuk 4.5.



Figuur 29 belastingen op de verbinding

Mast F	N in kN	V in kN	M in kNm
Totaal	4 kN	3 kN	7 kNm

De doorsnedetoets van de stalen ankers, de belastingen die optreden op de plaat worden beschouwd.

De Onderplaat is ingeklemd door het beton aan onder en bovenzijde en op de stalen liggers opgelegd, daarmee draagt de belastingen direct af en zal deze verder niet getoetst worden. De ankers zijn bevestigd aan de stalen liggers, 4 stuks. De staaldoorsnede wordt getoetst op afschuiving en trek, dit is een conservatieve benadering omdat de arm tussen de ankers groter is dan aangehouden in de berekening.

UC-Trek: 0,5

UC-Afschuiving: 0,0

6 Aandachtspunten

- Nader te bepalen welk betonmengsel er moet worden toegevoegd bij het aansluitingsvlak slooplijn beton om goede aanhechting te creëren.
- Nader te bepalen of bij mast A doorvoer niet gaat opdrijven
- Aandachtspunt tijdens demonteren van de masten is de stabiliteit tijdens de bouwfase en met name het losdraaien van de bouten.
- Nader te bepalen welke las wordt toegepast bij mast F.
- Nader te bepalen detaillering wapening.
- Nader te bepalen overlappingslengtes.

Gemeente Amsterdam

Toetsing Verbinding Lichtmasten herindeling Berlagebrug
Herindeling fietspad en voetpad Berlagebrug

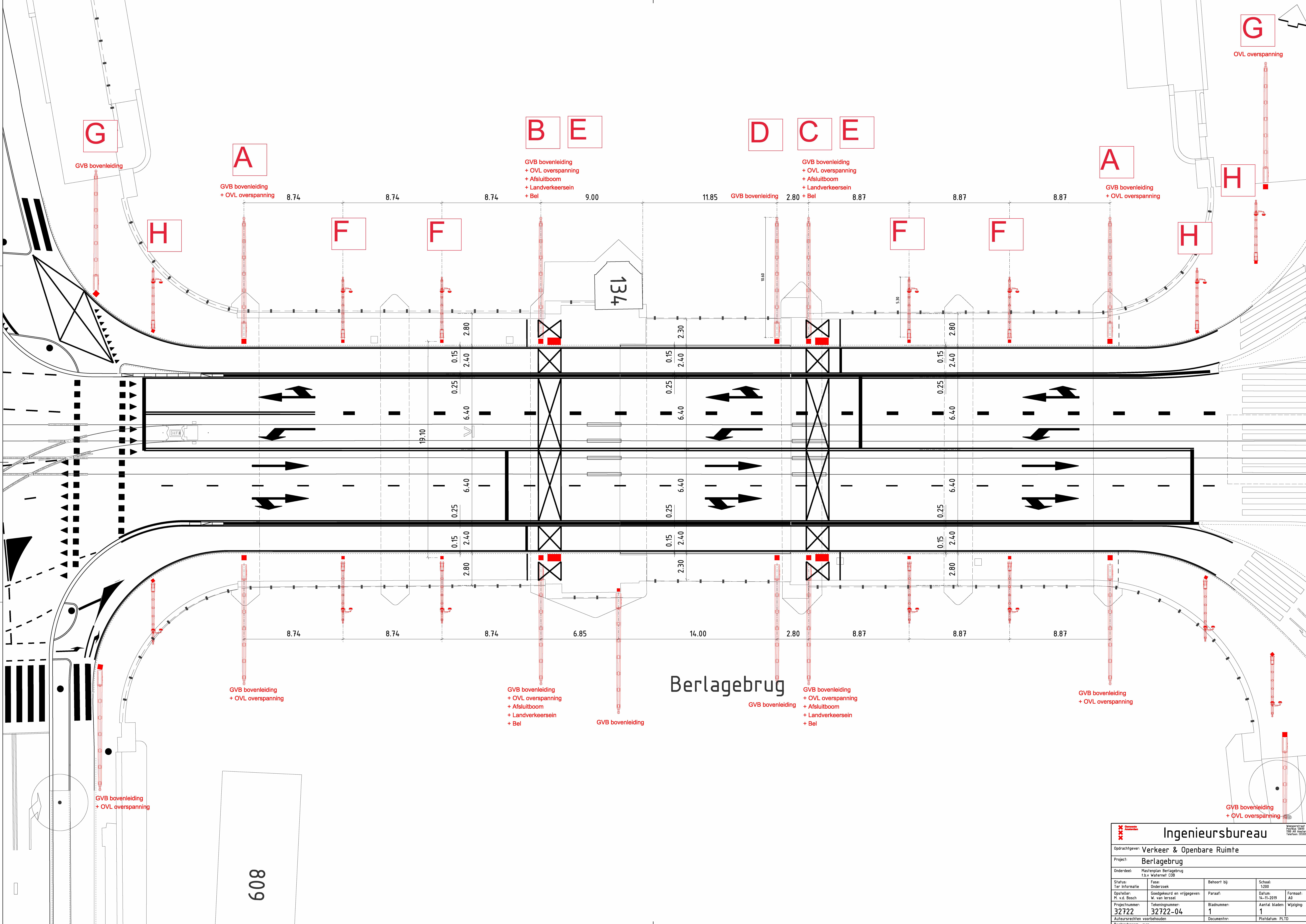
Versie 1

14 juli 2020

Kenmerk 327222

Bijlage(n)

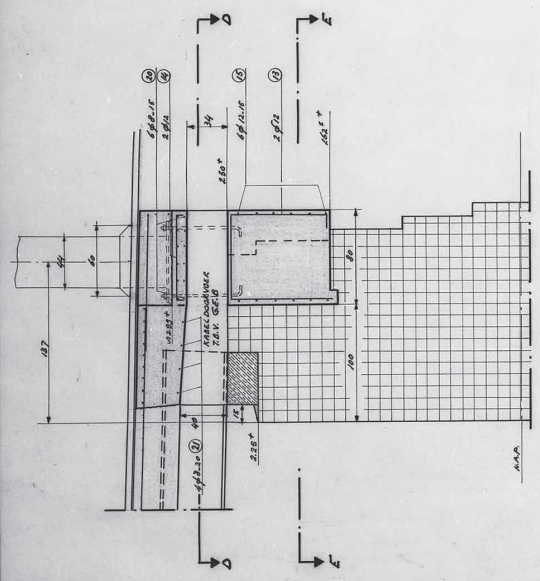
Bijlage 1 - Nieuwe situatie masten



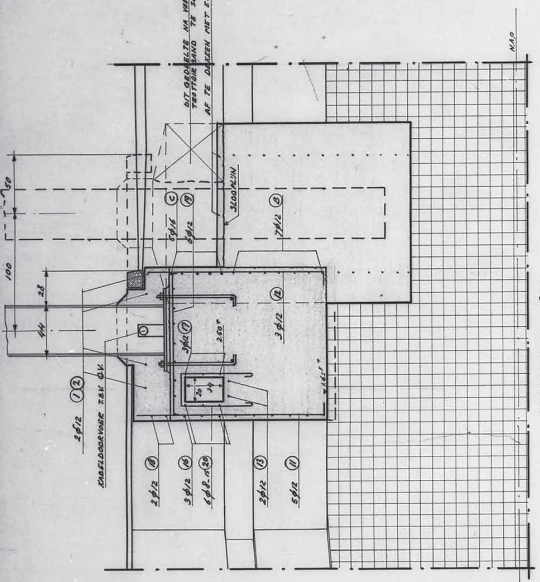
Berlagebrug

		Ingenieursbureau <small>Wageningen 430 Postbus 3449 3720 AD Wageningen T 0316 473311</small>	
Opdrachtgever: Verkeer & Openbare Ruimte			
Project: Berlagebrug			
Onderdeel: Mastenplan Berlagebrug t.b.v. Waternet COB			
Status: Ter Informatie	Fase: Onderzoek	Behoort bij:	Schaal: 1:200
Opsteller: M. v.d. Bosch	Goedgekeurd en vrijgegeven: W. van Ierssel	Paraaf:	Datum: 14-11-2019
Projectnummer: 32722	Tekeningnummer: 32722-04	Bladnummer: 1	Formaat: A0
Auteursrechten voorbehouden		Aantal bladen: 1	Wijziging: 1
Bestandsnaam: nss		Documentnr:	Plotdatum: PLTD

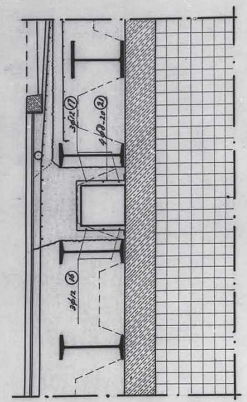
Bijlage 2 - Archieftekeningen



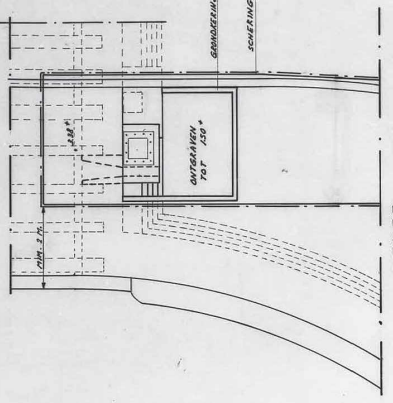
DOORSNIED A-A



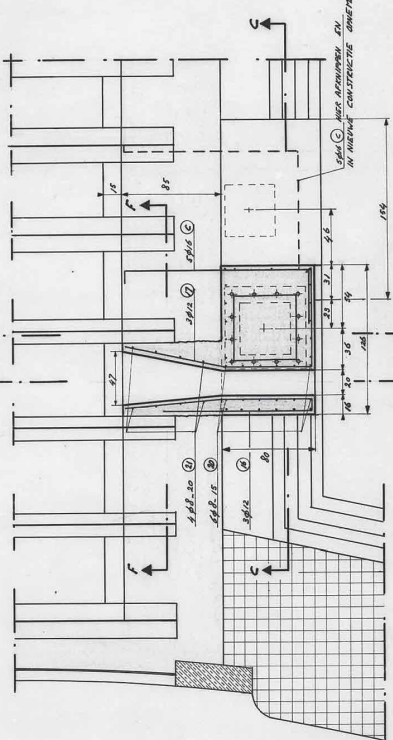
DOORSNIED C-C



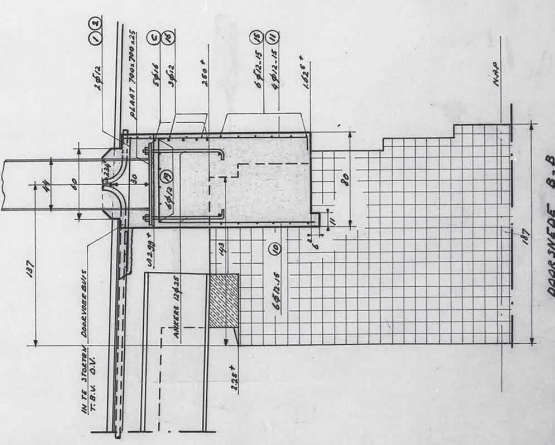
DOORSNIED F-F

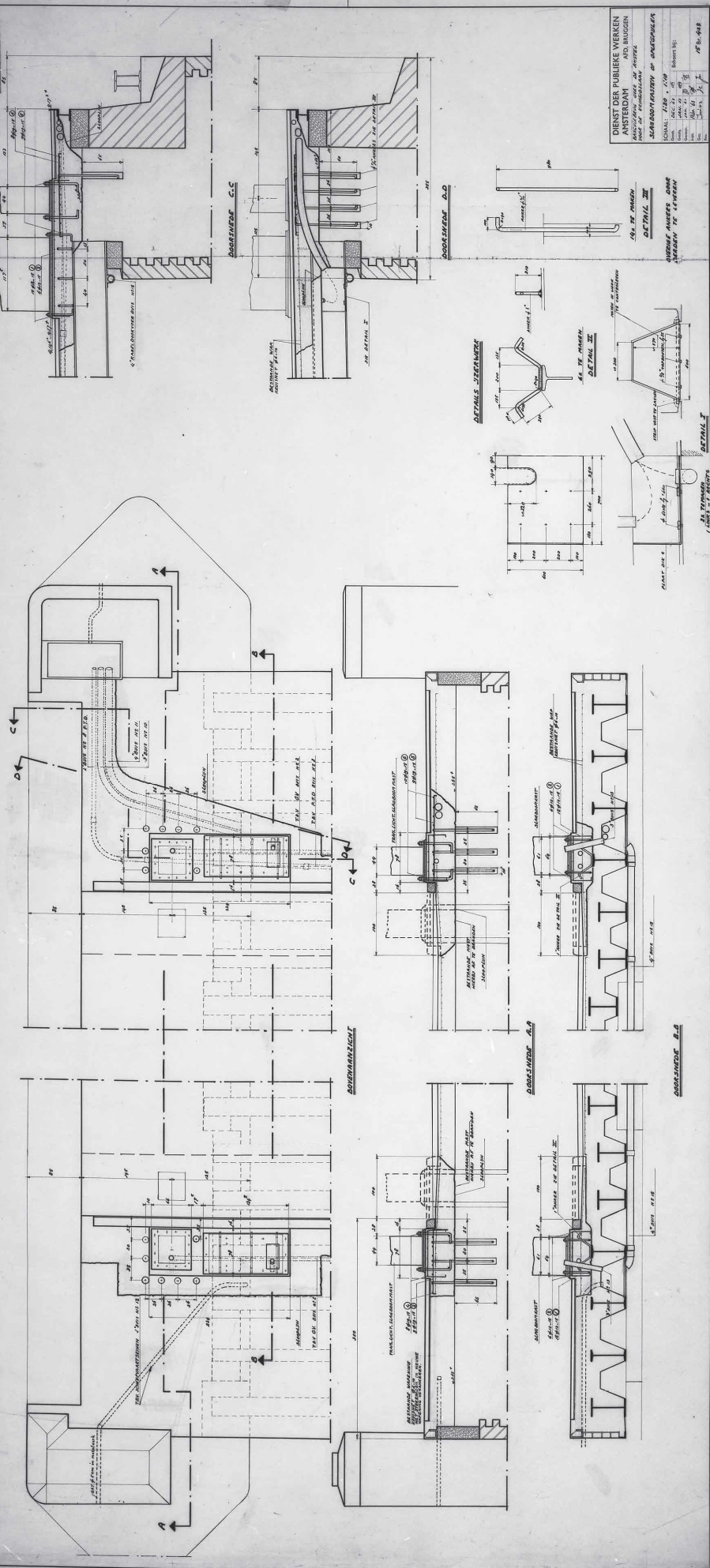


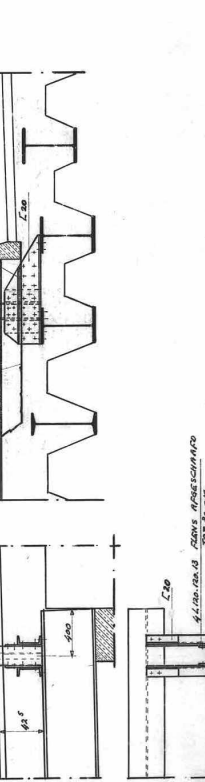
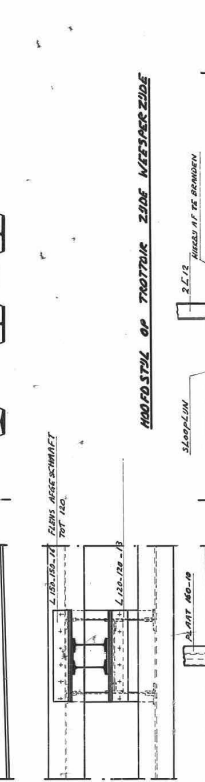
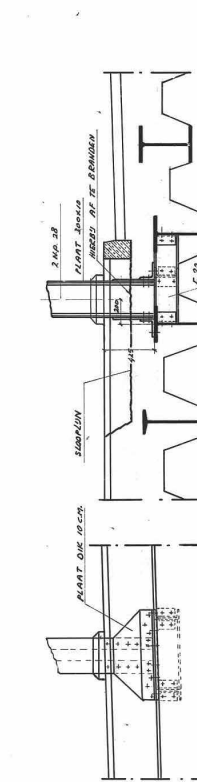
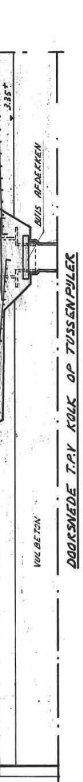
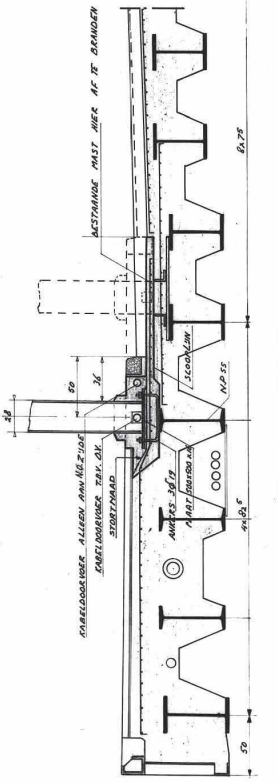
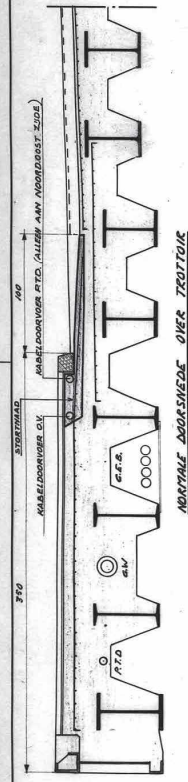
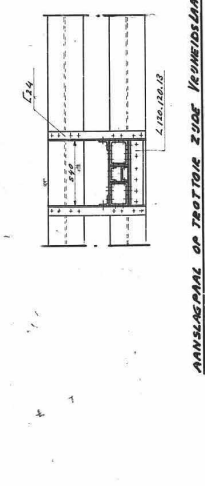
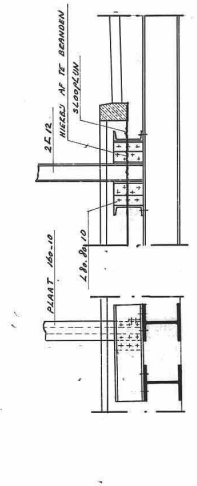
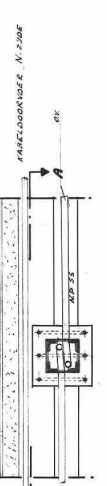
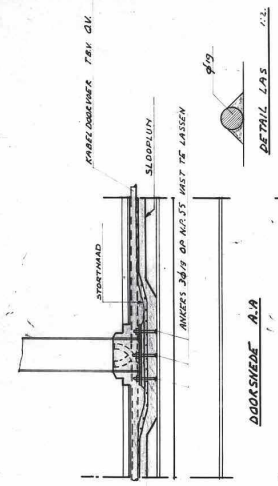
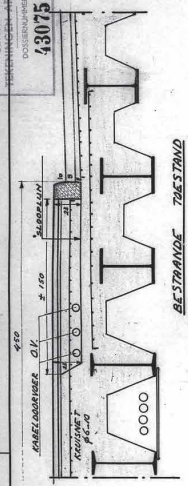
DOORSNIED G-G



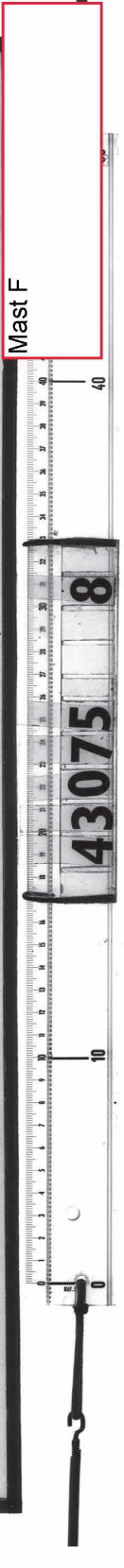
DOORSNIED H-H







DIENT DER PUBLIEKE WERKEN
AMSTERDAM
IND. BRUGGEN
BASCULE BRUG NIEUW AMSTEL
TOEGE VOOR VERBODEN
DETRAS RINGE VERBODEN
SCHAL: 1:20 1:12
Ged.: 10/11 01 08
Ged.: 02/02 01 08
Ged.: 03/03 01 08
Ged.: 04/04 01 08
Ged.: 05/05 01 08
Ged.: 06/06 01 08
Ged.: 07/07 01 08
Ged.: 08/08 01 08
Ged.: 09/09 01 08
Ged.: 10/10 01 08
Ged.: 11/11 01 08
Ged.: 12/12 01 08
Ged.: 13/13 01 08
Ged.: 14/14 01 08
Ged.: 15/15 01 08
Ged.: 16/16 01 08
Ged.: 17/17 01 08
Ged.: 18/18 01 08
Ged.: 19/19 01 08
Ged.: 20/20 01 08
Ged.: 21/21 01 08
Ged.: 22/22 01 08
Ged.: 23/23 01 08
Ged.: 24/24 01 08
Ged.: 25/25 01 08
Ged.: 26/26 01 08
Ged.: 27/27 01 08
Ged.: 28/28 01 08
Ged.: 29/29 01 08
Ged.: 30/30 01 08
Ged.: 31/31 01 08
Ged.: 32/32 01 08
Ged.: 33/33 01 08
Ged.: 34/34 01 08
Ged.: 35/35 01 08
Ged.: 36/36 01 08
Ged.: 37/37 01 08
Ged.: 38/38 01 08
Ged.: 39/39 01 08
Ged.: 40/40 01 08
Ged.: 41/41 01 08
Ged.: 42/42 01 08
Ged.: 43/43 01 08
Ged.: 44/44 01 08
Ged.: 45/45 01 08
Ged.: 46/46 01 08
Ged.: 47/47 01 08
Ged.: 48/48 01 08
Ged.: 49/49 01 08
Ged.: 50/50 01 08
Ged.: 51/51 01 08
Ged.: 52/52 01 08
Ged.: 53/53 01 08
Ged.: 54/54 01 08
Ged.: 55/55 01 08
Ged.: 56/56 01 08
Ged.: 57/57 01 08
Ged.: 58/58 01 08
Ged.: 59/59 01 08
Ged.: 60/60 01 08
Ged.: 61/61 01 08
Ged.: 62/62 01 08
Ged.: 63/63 01 08
Ged.: 64/64 01 08
Ged.: 65/65 01 08
Ged.: 66/66 01 08
Ged.: 67/67 01 08
Ged.: 68/68 01 08
Ged.: 69/69 01 08
Ged.: 70/70 01 08
Ged.: 71/71 01 08
Ged.: 72/72 01 08
Ged.: 73/73 01 08
Ged.: 74/74 01 08
Ged.: 75/75 01 08
Ged.: 76/76 01 08
Ged.: 77/77 01 08
Ged.: 78/78 01 08
Ged.: 79/79 01 08
Ged.: 80/80 01 08
Ged.: 81/81 01 08
Ged.: 82/82 01 08
Ged.: 83/83 01 08
Ged.: 84/84 01 08
Ged.: 85/85 01 08
Ged.: 86/86 01 08
Ged.: 87/87 01 08
Ged.: 88/88 01 08
Ged.: 89/89 01 08
Ged.: 90/90 01 08
Ged.: 91/91 01 08
Ged.: 92/92 01 08
Ged.: 93/93 01 08
Ged.: 94/94 01 08
Ged.: 95/95 01 08
Ged.: 96/96 01 08
Ged.: 97/97 01 08
Ged.: 98/98 01 08
Ged.: 99/99 01 08
Ged.: 100/100 01 08



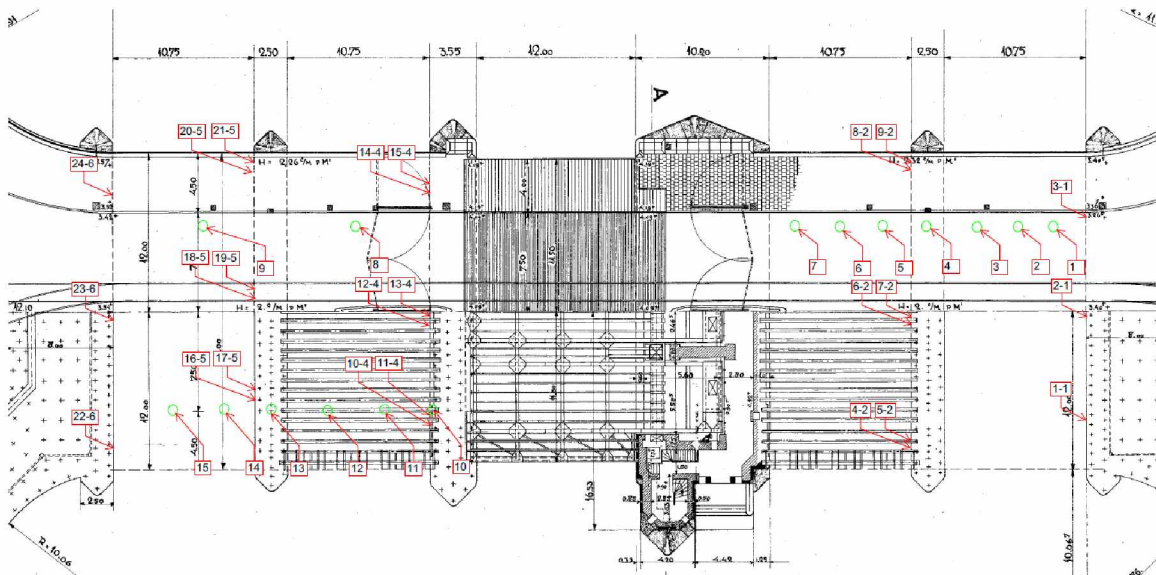
Mast F

Bijlage 3 - Beton kwaliteit dek

Gegevens uit Nebest rapport:

32126-3 Onderzoek Berlagebrug Materiaalonderzoek Brug 432, brug 340 en aangrenzende kadeconstructies 16-01-2018

Bijlage 2:



Bijlage 6:

Bepaling van de druksterkte van beton

Uitgevoerd volgens: NEN-EN 12390-3, "Beproeving van verhard beton - Deel 3: Druksterkte van proefstukken". De proefstukken hebben (tenzij anders aangegeven) een hoogte/diameter-verhouding van 1 en zijn in het geval van kernen gezaagd en geslepen.

Nebest Koning & Bienfait
 Marconiweg 2
 4131 PD Vianen
 Postbus 106
 4130 EC Vianen

5.1.2.e
 5.1.2.e
 info@nebest.nl
 www.nebest.nl

Rapportnummer: 30844-017
Opdrachtgever: Nebest Duikinspectie B.V.
 Postbus 106
 4130 EC VIANEN
Contactpersoon: 5.1.2.e 5.1.2.e
Project: Berlagebrug
Werknummer: 32126
Onderdeel:

Laborant: 5.1.2.e
Vrijgave: 5.1.2.e

Blad 1 van 1
Materiaal: beton
Ontvangstdatum: 24-10-2017

Rapportdatum: 26-10-2017

 5.1.2.e

merk	stort-datum	proef-datum	ouderdom [dagen]	vol. massa [kg/m ³]	bezwijklast [kN]	diameter [mm]	druksterkte [N/mm ²]	Bezwijk-patroon
1		25-10-17		2380 ²⁾	721,6	105	84,1	Normaal
4		25-10-17		2390 ²⁾	437,6	101	53,8 ¹⁾	Normaal
6		25-10-17		2390 ²⁾	550,6	105	64,2	Normaal
8		25-10-17		2430 ²⁾	764,5	105	89,1	Normaal
11		25-10-17		2390 ²⁾	661,9	105	77,2	Normaal
14		25-10-17		2440 ²⁾	859,1	105	100,1	Normaal

Project **Berlagebrug masten** projectnummer 32722
 Onderdeel verwerking drukproeven brugdek datum 22-5-2020
 Bestand \\basis.lan\amsterdam\IB\A-Z\Berlagebrug\4 TM\TM5
 Ontwerp\Referentieontwerp\Bevestiging masten\2.rapportage\Bijlage 3\[verwerking
 drukproeven.xlsx]drukproeven

Verwerking resultaat drukproef

referentie: RBK 1.1 par 3.1.2 (11)

Bepaling van de betonkwaliteit uit materiaalonderzoek in situ
 Monsters hoogte/diameter verhouding 1:1

				student-t verdeling		
meting	meetwaarde	Y		p=	0,05	
1	84,1 N/mm ²	4,432		1	6,31	
2	53,8	3,985		2	2,92	
3	64,2	4,162		3	2,35	
4	89,1	4,490		4	2,13	
5	77,2	4,346		5	2,02	
6	100,1	4,606		6	5.1.2.e	
n	6	f _{cm} (Y)	4,337	v	5	2,02
gemiddelde	78,1 N/mm ²		76,5 N/mm ²			
s _{meting}	16,9	s(Y)	0,228	f _{ck} (B)	46,59 N/mm ²	
s _{min}	10,0	s _{min} (Y)	0,128	f _{ck} (A)	61,01 N/mm ²	
		karakteristieke kubusdruksterkte		f _{ck;kubus}	46,6 N/mm ²	
		karakteristieke betondruksterkte		f _{ck}	38,2 N/mm ²	
		ouderdomsfactor monsters (standaardwaarde 0,85)		k _t	0,85 -	
		(NEN-EN 1992-1-1 3.1.2(4))				
		betonkwaliteit			C32/40	

Gemeente Amsterdam

Toetsing Verbinding Lichtmasten herindeling Berlagebrug
Herindeling fietspad en voetpad Berlagebrug

Versie 1
14 juli 2020
Kenmerk 327222

Bijlage 4 - Belastingen

Belastingen Masten

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> ✘ ✘ ✘ </div> <b style="color: red;">Gemeente Amsterdam
Constructeur:	5.1.2.e	
Datum:	7 mei 2020	
Project:	Berlagebrug - lichtmasten	
Versie:	0.1	

1. Bepaling Eigen gewicht masten

$\rho_{\text{staal}} = 78,5 \text{ kN/m}^3$

1A. masttype 1

doorsnede A:

n 4
 afm 80 80 10 mm
 A 1500 mm²
 h 9200 mm
 V 55200000 mm³
 G 4,3 kN

doorsnede B:

drsn b komt 6x voor

n 4 6
 afm 280 10 mm
 A 2800 mm²
 h 300 mm
 V 3360000 mm³
 G 0,3 kN x6 1,6 kN

doorsnede C:

n 4
 afm 440 10 mm
 A 4400 mm²
 n 8
 afm 130 10 mm
 A 1300 mm²
 h 1400 mm
 V 39200000 mm³
 G 3,1 kN

Totale G masttype 1 9,0 kN

1B. masttype 2

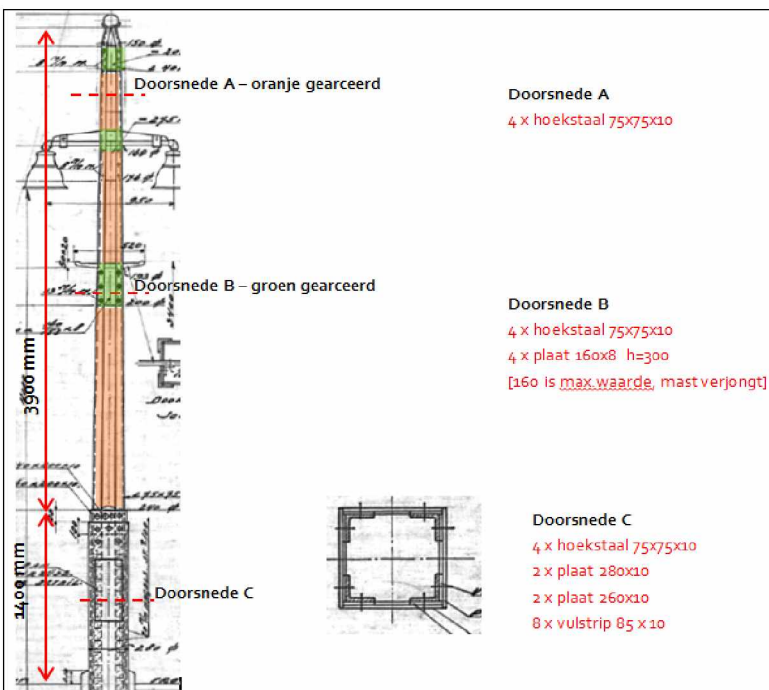
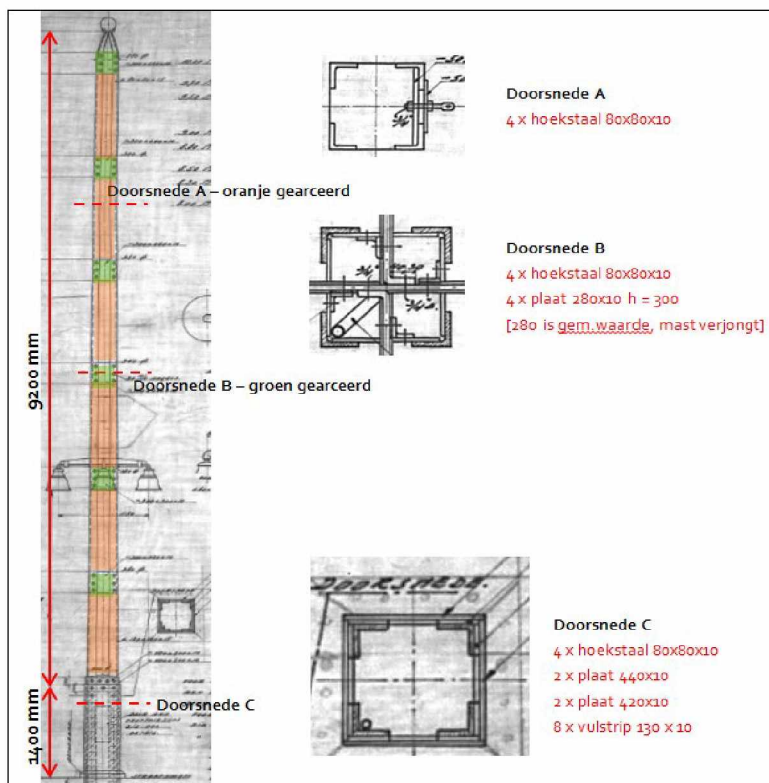
doorsnede A:

n 4
 afm 75 75 10 mm
 A 1400 mm²
 h 3900 mm
 V 21840000 mm³
 G 1,7 kN

doorsnede B:

drsn b komt 3x voor

n 4
 afm 160 8 mm
 A 1280 mm²
 h 300 mm
 V 1536000 mm³
 G 0,1 kN x3 0,4 kN



Belastingen Masten

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam	 Gemeente Amsterdam
Constructeur:	5.1.2.e	
Datum:	7 mei 2020	
Project:	Berlagebrug - lichtmasten	
Versie:	0.1	

doorsnede C:

n	4
afm	280 10 mm
A	2800 mm ²
n	8
afm	85 10 mm
A	850 mm ²
h	1400 mm
V	25200000 mm ³
G	2,0 kN

Totale G masttype 2 4,1 kN

2. Windbelasting

conform NEN-EN 1991-1-4

zone II bebouwd

$c_o(z)$	1	$f < 0,05$	aangenomen waarde zie A.3
$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}$			formule 5.3
$c_s c_d$	1		aangenomen waarde
$c_f = c_{f,0} \cdot \Psi_r \cdot \Psi_\lambda$			formule 7.9
$c_{f,0}$	2,1		er wordt een vierkante doorsnede aangehouden
Ψ_r	1		scherpe hoeken
Ψ_λ	1		aangenomen waarde
c_f	2,1		

masttype 1	b	340 mm	L	10,6 m
masttype 2	b	240 mm	L	5,3 m

Conform tabel NB.5 q_p :


z	q_p	Fw mast1	Fw mast2
[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m]
4	0,58	0,41	5.1.2.e
5	0,58	0,41	5.1.2.e
6	0,58	0,41	5.1.2.e
7	0,58	0,41	5.1.2.e
8	0,62	0,44	0,31
9	0,65	0,46	0,33
10	0,68	0,49	0,34
11	0,68	0,49	
12	0,71	0,51	
13	0,74	0,53	
14	0,77	0,55	
15	0,8	0,57	

belastingen op de verbindingen:

belasting vereenvoudigd tot driehoek

masttype 1	
F	5 kN
M	29 kNm
masttype 2	
F	2 kN
M	5 kNm

Belastingen Masten

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam	 Gemeente Amsterdam
Constructeur:	5.1.2.e	
Datum:	7 mei 2020	
Project:	Berlagebrug - lichtmasten	
Versie:	0.1	

Belastingcombinaties

	BGT	UGT 1	UGT 2
Eigen gewicht	1	1,1	0,9
Rustende belasting	1	1,1	1,1
Spankrachten	1	1,1	1,1
Ophangkracht	1	1,35	1,35
Windbelasting	1	1,35	1,35

UGT 2 is maatgevend

reacties op verbinding:

Mast A, B, C span- en ophangkrachten, windbelasting

Mast F

kast E eigen gewicht, wind is verwaarloosbaar

<i>Mast A, B en C</i>	N	VA	VB	MA	MB
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Eigen gewicht	8				
Spankrachten		6	6	36	36
Ophangkracht		7		47	
Windbelasting		7		39	
Totaal	8	19	6	122	36

<i>Mast F</i>	N	V	M
	kN	kN	kNm
Eigen gewicht	4		
Windbelasting		3	7
Totaal	4	3	7

Bijlage 5 - Berekeningen Masten

Bijlage 5A – Mast A

Bijlage 5B – Mast B

Bijlage 5C – Mast C

Bijlage 5D – Mast F

www.hilti.nl

Firma:
Adres:
Tel. | Fax: |
berekening: Mast A
Sub-Project | Pos. Nr.:

Bladzijde: 1
Constructeur:
E-mail:
Datum: 14-7-2020

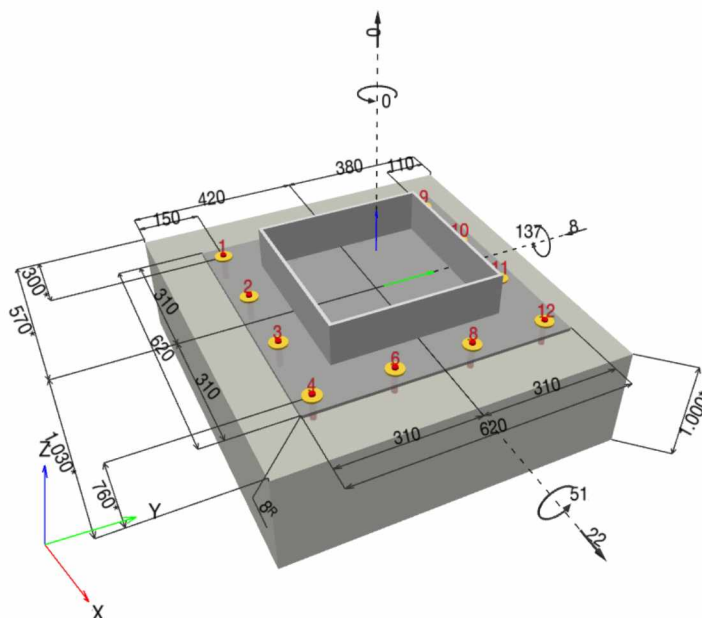
Opmerkingen van de constructeur:**1 Invoergegevens**

Ankertype en -afmeting: HUS3-H 14 h_nom1
Retourperiode (levensduur in jaren): 50
Artikelnummer: 2079921 HUS3-H 14x75 10/-/-

**Seismische/Uitvul set of elke andere oplossing om de ruimte tussen het voetplaat en anker op te vullen**

Effectieve verankeringsdiepte: $h_{ef} = 49,3 \text{ mm}$, $h_{nom} = 65,0 \text{ mm}$
Materiaal: 1.5525
Goedkeuring nr.: ETA-13/1038
Uitgegeven | Geldig: 22-7-2019 | -
Aantoning: Toetsing naar constructief inzicht SOFA - op basis van ETAG testdata
Afstandsmontage: $e_b = 0,0 \text{ mm}$ (geen afstandsmontage); $t = 8,0 \text{ mm}$
Voetplaat^R: $l_x \times l_y \times t = 620,0 \text{ mm} \times 620,0 \text{ mm} \times 8,0 \text{ mm}$; (Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend)
Staalprofiel: Vierkant kokerprofiel, $400 \times 400 \times 8$; $(L \times B \times D) = 400,0 \text{ mm} \times 400,0 \text{ mm} \times 8,0 \text{ mm}$
Ondergrond: gescheurd beton, C35/45, $f_{c,cube} = 45,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 1.000,0 \text{ mm}$
Plaatsing: hamergeboord gat, plaatsingsconditie: droog
Wapening: Geen wapening of wapening met staafafstand $\geq 150 \text{ mm}$ (elke \emptyset) of ≥ 100 ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$)
geen rechte randwapening
Wapening tegen spleten volgens ETAG 001, Annex C, 5.2.2.6 is aanwezig.

^R - De ankerberekening wordt gebaseerd op de aanname van een rigide voetplaat.

Geometrie [mm] & Belastingen [kN, kNm]

www.hilti.nl

 Firma:
 Adres:
 Tel. | Fax: |
 berekening: Mast A
 Sub-Project | Pos. Nr.:

 Bladzijde: 2
 Constructeur:
 E-mail:
 Datum: 14-7-2020

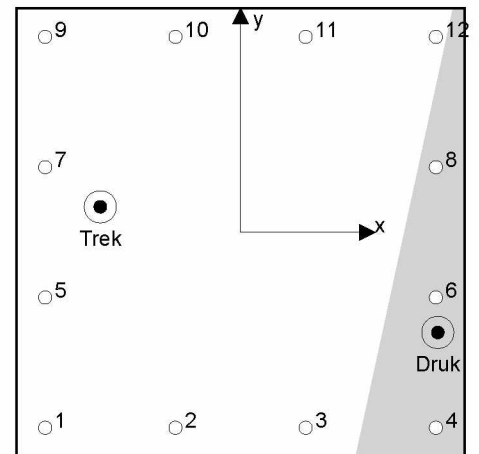
1.1 Belastingcombinatie

Geval	Omschrijving	Lasten [kN] / Momenten [kNm]	Seismisch	Brand	Max. uitnutting Anker [%]
1	Combinatie 1	N = 0,000; V _x = 22,000; V _y = -8,000; M _x = 51,000; M _y = 137,000; M _z = 0,000;	Nee	nee	503

2 Belastingsituatie/Resulterende ankerlasten
Ankerreacties [kN]

Trekkkracht: (+ Trek, - Druk)

Anker	Trekkkracht	Afschuifkracht	Afschuifkracht x	Afschuifkracht y
1	44,200	1,951	1,833	-0,667
2	26,084	1,951	1,833	-0,667
3	7,968	1,951	1,833	-0,667
4	0,000	1,951	1,833	-0,667
5	48,134	1,951	1,833	-0,667
6	0,000	1,951	1,833	-0,667
7	52,068	1,951	1,833	-0,667
8	0,000	1,951	1,833	-0,667
9	56,002	1,951	1,833	-0,667
10	37,886	1,951	1,833	-0,667
11	19,770	1,951	1,833	-0,667
12	1,655	1,951	1,833	-0,667


 max. stuik van het beton: 0,57 [%]
 max. betondrukspanning: 17,14 [N/mm²]
 resulterende trekkkracht in (x/y)=(-193,8/35,3): 293,766 [kN]
 resulterende drukkracht in (x/y)=(272,6/-138,3): 293,766 [kN]

Ankerkrachten worden berekend op basis van de aanname van een rigide voetplaat.

www.hilti.nl

 Firma:
 Adres:
 Tel. | Fax: |
 berekening: Mast A
 Sub-Project | Pos. Nr.:

 Bladzijde: 3
 Constructeur:
 E-mail:
 Datum: 14-7-2020

3 Treklast (ETAG, Annex C, paragraaf 5.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_N [%]	Status
Staalbreuk*	56,002	69,000	82	OK
Uittrekken*	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
Betonkegelbreuk**	56,002	11,146	503	niet geadviseerd
Splijten**	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (ankers onder trekbelasting)

om betonkegelbreuk te voorkomen wordt er ophangwapening toegepast

3.1 Staalbreuk

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
96,600	1,400	69,000	56,002

3.2 Betonkegelbreuk

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]
21.874	21.874	74,0	147,9

$e_{c1,N}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000

k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
7,200	16,719	1,500	11,146	56,002

Groepsanker-ID

9

www.hilti.nl

 Firma:
 Adres:
 Tel. | Fax: |
 berekening: Mast A
 Sub-Project | Pos. Nr.:

 Bladzijde: 4
 Constructeur:
 E-mail:
 Datum: 14-7-2020

4 Afschuifbelasting (ETAG, Annex C, paragraaf 5.2.3)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_v [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	1,951	29,333	7	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
Betonachteruitbreken**	1,951	22,292	9	OK
Betonrandbreuk in richting x+**	22,161	49,658	45	OK

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
44,000	1,500	29,333	1,951

4.2 Betonachteruitbreken

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
21.874	21.874	74,0	147,9	2,000	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
16,719	1,500	22,292	1,951		

Groepsanker-ID

2

4.3 Betonrandbreuk in richting x+

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_1	α	β	
49,3	14,00	1,700	0,027	0,046	
c_1 [mm]	c_1' [mm]	$A_{c,v}$ [mm ²]	$A_{c,v}^0$ [mm ²]		
760,0	666,7	800.000	2.000.000		
$\Psi_{s,v}$	$\Psi_{h,v}$	$\Psi_{\alpha,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\Psi_{ec,v}$	$\Psi_{re,v}$
0,733	1,000	1,006	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
252,499	1,500	49,658	22,161		

www.hilti.nl

Firma:		Bladzijde:	5
Adres:		Constructeur:	
Tel. Fax:		E-mail:	
berekening:	Mast A	Datum:	14-7-2020
Sub-Project Pos. Nr.:			

5 Gecombineerde trek- en afschuifbelasting (ETAG, Annex C, paragraaf 5.2.4)

Staal bezwijken

β_N	β_V	α	Benutting $\beta_{N,V}$ [%]	Status
5,024	0,446	1,000	456	niet geadviseerd

$$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$$

6 Verplaatsingen (hoogst belaste anker)

Kortdurende belastingen

N_{Sk}	=	41,483 [kN]	δ_N	=	2,9988 [mm]
V_{Sk}	=	1,445 [kN]	δ_V	=	0,2431 [mm]
			δ_{NV}	=	3,0086 [mm]

Langeduur-belastingen

N_{Sk}	=	41,483 [kN]	δ_N	=	4,4981 [mm]
V_{Sk}	=	1,445 [kN]	δ_V	=	0,3646 [mm]
			δ_{NV}	=	4,5129 [mm]

NB: Verplaatsingen t.g.v. trekbelasting zijn gebaseerd op de helft van het vereiste aandraaimoment voor ongescheurd beton! Verplaatsingen t. g. v. afschuiving zijn bepaald zonder inachtneming van wrijving tussen beton en voetplaat! De speling als gevolg van toleranties in boorgatdiameter en gatdiameter in voetplaat wordt niet beschouwd in deze berekening!

Hoeveel verplaatsing toelaatbaar is, hangt af van de verbinding en dient door de constructeur te worden bepaald!

7 Waarschuwingen

- De ankerberekenningsmethoden in PROFIS Engineering vereisen rigide voetplaten volgens de huidige regelgeving (AS 5216:2018, ETAG 001/Annex C, EOTA TR029, etc.). Dit betekent dat herverdeling van de belasting op de ankers als gevolg van elastische deformatie van de voetplaat niet wordt meegenomen - De voetplaat wordt stijf verondersteld, en dus niet vervormd wanneer onderhevig aan een belasting. PROFIS Engineering berekent de minimaal benodigde voetplaatdikte met EEM om de spanning in de voetplaat te minimaliseren, gebaseerd op de aannames zoals hierboven gesteld. Het bewijs dat de aanname correct is dat de voetplaat rigide is wordt niet door PROFIS engineering geleverd. Ingevoerde data en resultaten moeten worden gecontroleerd of deze in overeenstemming zijn met de bestaande voorwaarden en op geloofwaardigheid!
- Aan de condities zoals gesteld in ETAG 001, Annex C, paragraaf 4.2.2.1 a) en 4.2.2.3 b) wordt in zijn algemeenheid niet voldaan aangezien de gatdiameter in de voetplaat volgens Annex 3, Tabel 3, groter is dan de waarden gesteld in Annex C, Tabel 4.1 voor de corresponderende ankerdiameter. Daarom is de rekenwaarde van de sterkte van ankergroepen gelimiteerd tot tweemaal de staalsterkte (van een enkel anker) in overeenstemming met de goedkeuring.
- De overdracht van de belastingen in de ondergrond moet worden gecontroleerd volgens ETAG paragraaf 7!
- De berekening is enkel geldig indien het boutgat in de voetplaat niet groter is dan de waarde die is opgegeven in Tabel 4.1 van ETAG 001, Annex C! Voor grotere boutgatdiameters zie Hoofdstuk 1.1 van ETAG 001, Annex C!
- De lijst van benodigdheden is slechts ter informatie voor de gebruiker. In elk geval, dienen de gebruiksinstructies behorende bij het produkt opgevolgd te worden om een juiste installatie te bewerkstelligen.
- De designmethod SOFA veronderstelt dat geen speling aanwezig is tussen de ankers en het te bevestigen deel. Dit kan worden bereikt door de opening op te vullen met voldoende sterke mortel -bijv. door gebruik te maken van de HILTI Seismische set/Vulset) of door andere geschikte middelen.
- De gebruiker is verantwoordelijk voor overeenstemming met geldende normen (zoals EC3, AS 4100, enz)
- Toetsing van de GGT valt buiten de scope van SOFA en dient door de gebruiker te worden verricht!
- De karakteristieke aanhechtsterkten zijn afhankelijk van de retourperiode (levensduur in jaren): 50



www.hilti.nl

Firma:		Bladzijde:	6
Adres:		Constructeur:	
Tel. Fax:		E-mail:	
berekening:	Mast A	Datum:	14-7-2020
Sub-Project Pos. Nr.:			

Verbinding is NIET veilig!

www.hilti.nl

Firma:
Adres:
Tel. | Fax: |
berekening: Mast A
Sub-Project | Pos. Nr.:

Bladzijde: 7
Constructeur:
E-mail:
Datum: 14-7-2020

8 Plaatsingsgegevens

Voetplaat staal: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
Staalprofiel: Vierkant kokerprofiel, 400 x 400 x 8; (L x B x D) = 400,0 mm x 400,0 mm x 8,0 mm

Gatdiameter in voetplaat: $d_f = 18,0 \text{ mm}$

Voetplaatdikte (invoer): 8,0 mm

Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend

Boormethode: Hamergeboord

Boorgatreiniging: Onder de voorwaarde zoals omschreven in de ETA en MPII (IFU) behoeft het boorgat niet te worden gereinigd.

Ankertype en -afmeting: HUS3-H 14 h_nom1

Artikelnummer: 2079921 HUS3-H 14x75 10/-/-

Aandraaimoment: Hilti SIW 22T-A

Boorgatdiameter in het basismateriaal: 14,0 mm

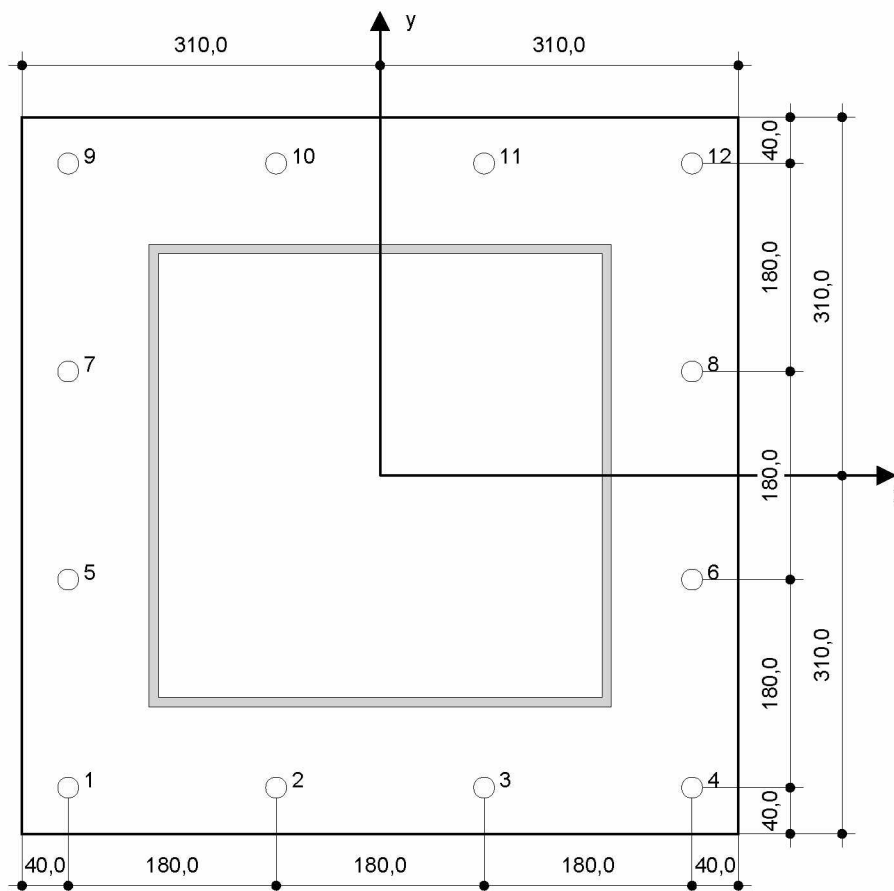
Boorgatdiepte in ondergrond: 75,0 mm

Minimale dikte van de ondergrond: 120,0 mm

Hilti HUS schroefanker met 65 mm verankeringsdiepte, 14 h_nom1, Verzinkt staal, installatie volgens ETA-13/1038, met gaten gevuld via Hilti Dynamic Set of ieder andere geschikte vuloplossing

8.1 Vereiste toebehoren

Boren	Boorgatreiniging	Plaatsing
<ul style="list-style-type: none">• Hamerboormachine• Juiste boordiameter	<ul style="list-style-type: none">• Handblaaspomp	<ul style="list-style-type: none">• Hilti SIW 22 T-A slagschroefmachine• Seismiek/Vulset





www.hilti.nl

Firma:
Adres:
Tel. | Fax: |
berekening: Mast A
Sub-Project | Pos. Nr.:

Bladzijde: 8
Constructeur:
E-mail:
Datum: 14-7-2020

Ankercoördinaten [mm]

Anker	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}	Anker	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-270,0	-270,0	300,0	1.300,0	150,0	650,0	7	-270,0	90,0	300,0	1.300,0	510,0	290,0
2	-90,0	-270,0	480,0	1.120,0	150,0	650,0	8	270,0	90,0	840,0	760,0	510,0	290,0
3	90,0	-270,0	660,0	940,0	150,0	650,0	9	-270,0	270,0	300,0	1.300,0	690,0	110,0
4	270,0	-270,0	840,0	760,0	150,0	650,0	10	-90,0	270,0	480,0	1.120,0	690,0	110,0
5	-270,0	-90,0	300,0	1.300,0	330,0	470,0	11	90,0	270,0	660,0	940,0	690,0	110,0
6	270,0	-90,0	840,0	760,0	330,0	470,0	12	270,0	270,0	840,0	760,0	690,0	110,0

www.hilti.nl

Firma:		Bladzijde:	9
Adres:		Constructeur:	
Tel. Fax:		E-mail:	
berekening:	Mast A	Datum:	14-7-2020
Sub-Project Pos. Nr.:			

9 Opmerkingen

- Alle informatie en data die deel uitmaken van de Software hebben uitsluitend betrekking op het gebruik van Hilti producten en zijn gebaseerd op de principes, formules en beveiligingsregels zoals die van kracht zijn op technische richtlijnen die Hilti hanteert en de instructies voor gebruik, montage, assemblage enz. die strikt dienen te worden nageleefd door de gebruiker. Alle in die informatie genoemde cijfers zijn gemiddelden, wat wil zeggen dat op de specifieke toepassing toegesneden tests nodig kunnen zijn voordat een product van Hilti daadwerkelijk in gebruik wordt genomen. De uitkomsten van met behulp van de Software uitgevoerde berekeningen zijn in essentie niet los te zien van de door u als gebruiker ingevoerde gegevens. Eventuele fouten in die berekeningen zijn dan ook niet aan de Software toe te schrijven, maar, waar van toepassing, het gevolg van mogelijke onvolledigheid of irrelevantie van de door u ingevoerde gegevens. Daarnaast bent u ook als enige verantwoordelijk voor het laten controleren en bevestigen van zulke berekeningen en de uitkomsten daarvan door een terzake deskundige, met name waar het gaat om conformering aan geldende normen en voorschriften, voordat u deze toepast binnen uw organisatie. De Software is uitsluitend bedoeld als hulpmiddel bij de interpretatie van zulke normen en voorschriften, zonder dat garanties worden verleend ten aanzien van volledige correctheid en relevantie van de resultaten, noch ten aanzien van geschiktheid voor een specifieke toepassing.
- U bent persoonlijk verantwoordelijk voor binnen de grenzen van het redelijke te nemen stappen en maatregelen ter voorkoming van schade die het gevolg kan zijn van gebruik van de Software. Dat wil onder meer zeggen dat u zorg dient te dragen voor regelmatige backups van programmatuur en gegevens, en implementatie van updates op de Software die door Hilti ter beschikking worden gesteld. Als u ervoor kiest geen gebruik te maken van de AutoUpdate functie die in de Software beschikbaar is, dient u zeker te stellen dat u in alle gevallen met de actuele, op dat moment nieuwste versie van de Software werkt door middel van handmatige updates via de Hilti Website. Hilti is niet aansprakelijk voor schadelijke gevolgen, bijvoorbeeld in de vorm van gegevensverlies, gegevenscorruptie of schade aan programmatuur, van het op de genoemde punten in gebreke blijven door de gebruiker.

www.hilti.nl

Firma:
Adres:
Tel. | Fax:
berekening:
Sub-Project | Pos. Nr.:

mast B en mast C

Bladzijde:
Constructeur:
E-mail:
Datum:

1

14-7-2020

Opmerkingen van de constructeur:**1 Invoergegevens****Ankertype en -afmeting:** HIT-HY 200-A + AM (8.8) M20

Retourperiode (levensduur in jaren): 50

Artikelnummer: 407500 AM 8.8 20x1000 (insert) / 2022696 HIT-HY 200-A (mortel)

**SAFE-SET****Seismische/Uitvul set of elke andere oplossing om de ruimte tussen het voetplaat en anker op te vullen**Effectieve verankeringsdiepte: $h_{ef,act} = 400,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)

Materiaal: 8.8

Goedkeuring nr.: ETA 11/0493

Uitgegeven | Geldig: 30-8-2019 | -

Aantoning: Toetsing naar constructief inzicht SOFA voor Lijmankers - op basis van ETAG testen voor lijmankers

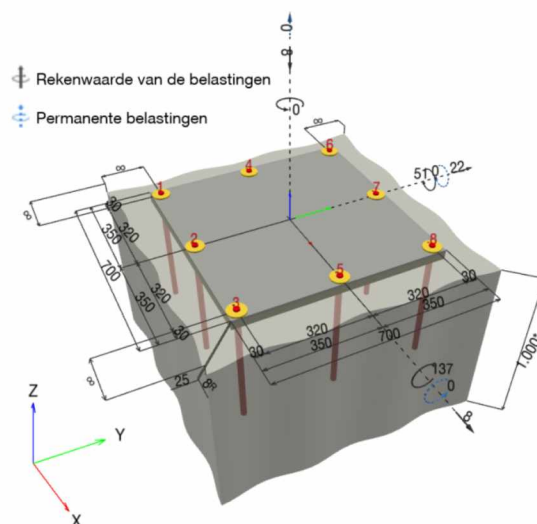
Afstandsmontage: zonder voorspanning van het anker met moer en ring; vrijheidsgraad voor voetplaatrotatie: 2,00; $e_b = 25,0 \text{ mm}$; $t = 8,0 \text{ mm}$ Hilti Mortel: , universeel, $f_{c,Grout} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ Voetplaat^R: $l_x \times l_y \times t = 700,0 \text{ mm} \times 700,0 \text{ mm} \times 8,0 \text{ mm}$; (Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend)

Staalprofiel: geen profiel

Ondergrond: gescheurd beton, C30/37, $f_{c,cube} = 37,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 1.000,0 \text{ mm}$, Temp. kort/lang: 40/24 °C**Plaatsing:** **Diamantgeboorde gaten met opruwen, plaatsingsconditie: droog**Wapening: Geen wapening of wapening met staafafstand $\geq 150 \text{ mm}$ (elke \emptyset) of ≥ 100 ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$)

geen rechte randwapening

Wapening tegen spleten volgens EOTA, TR 029, 5.2.2.6 is aanwezig.

^R - De ankerberekening wordt gebaseerd op de aanname van een rigide voetplaat.**Geometrie [mm] & Belastingen [kN, kNm]**

www.hilti.nl

Firma:		Bladzijde:	2
Adres:		Constructeur:	
Tel. Fax:		E-mail:	
berekening:	mast B	Datum:	14-7-2020
Sub-Project Pos. Nr.:			

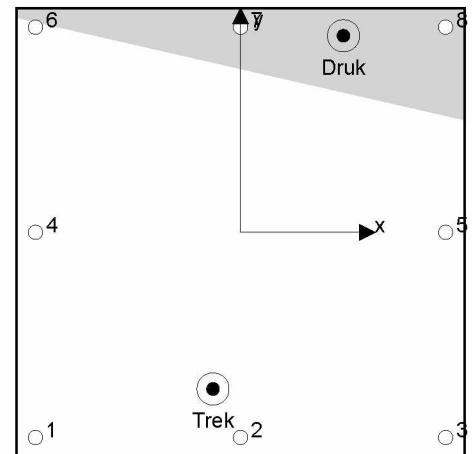
1.1 Belastingcombinatie

Geval	Omschrijving	Lasten [kN] / Momenten [kNm]	Seismisch	Brand	Max. uitnutting Anker [%]
1	Combinatie 1	N = -8,000; V _x = 8,000; V _y = 22,000; M _x = -137,000; M _y = 51,000; M _z = 0,000;	Nee	nee	62

2 Belastingsituatie/Resulterende ankerlasten
Ankerreacties [kN]

Trekkraft: (+ Trek, - Druk)

Anker	Trekkraft	Afschuifkracht	Afschuifkracht x	Afschuifkracht y
1	70,436	2,926	1,000	2,750
2	62,505	2,926	1,000	2,750
3	54,574	2,926	1,000	2,750
4	35,747	2,926	1,000	2,750
5	19,886	2,926	1,000	2,750
6	1,059	2,926	1,000	2,750
7	0,000	2,926	1,000	2,750
8	0,000	2,926	1,000	2,750



max. stuik van het beton: 0,38 [%]
 max. betondrukspanning: 11,51 [N/mm²]
 resulterende trekkraft in (x/y)=(-43,0/-244,3): 244,207 [kN]
 resulterende drukkracht in (x/y)=(160,6/306,6): 252,207 [kN]

Ankerkrachten worden berekend op basis van de aanname van een rigide voetplaat.

www.hilti.nl

 Firma:
 Adres:
 Tel. | Fax: |
 berekening: mast B
 Sub-Project | Pos. Nr.:

 Bladzijde: 3
 Constructeur:
 E-mail:
 Datum: 14-7-2020

3 Treklast (EOTA TR 029, paragraaf 5.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_N [%]	Status
Staalbreuk*	70,436	130,667	54	OK
Gecombineerd bezwijken door uittrekken en betonkegelbreuk**	244,207	428,838	57	OK
Betonkegelbreuk**	244,207	412,529	60	OK
Splijten**	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (ankers onder trekbelasting)

3.1 Staalbreuk

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
196,000	1,500	130,667	70,436

3.2 Gecombineerd bezwijken door uittrekken en betonkegelbreuk

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
1.375.484	384.000	18,00	619,7	309,8	∞
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,044	8,87	2,300	1,717	1,202	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
10,4	0,968	137,7	0,692	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
223,042	643,257	1,500	428,838	244,207	

Groepsanker-ID

1-6

3.3 Betonkegelbreuk

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
3.180.800	1.440.000	600,0	1.200,0		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
10,4	0,983	137,7	0,813	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7,200	350,367	1,500	412,529	244,207	

Groepsanker-ID

1-6

www.hilti.nl

Firma:	Bladzijde: 4
Adres:	Constructeur:
Tel. Fax:	E-mail:
berekening: mast B	Datum: 14-7-2020
Sub-Project Pos. Nr.:	

4 Afschuifbelasting (EOTA TR 029, paragraaf 5.2.3)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_v [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	2,926	9,815	30	OK
Betonachteruitbreken**	23,409	1.098,336	3	OK
Betonrandbreuk in richting **	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (met hefboomsarm)

I [mm]	α_M		
39,0	2,00		
$N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Sd} / N_{Rd,s}$	$M_{RK,s}^0$ [kNm]	$M_{RK,s} = M_{RK,s}^0 (1 - N_{Sd} / N_{Rd,s})$ [kNm]
0,539	0,461	0,519	0,239
$V_{RK,s}^M = \alpha_M * M_{RK,s} / I$ [kN]	$\gamma_{Ms,b,v}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	V_{Sd} [kN]
12,268	1,250	9,815	2,926

4.2 Betonachteruitbreken (door betonkegelbreuk)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
3.385.600	1.440.000	600,0	1.200,0	2,000	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000
$N_{RK,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
350,367	1,500	1.098,336	23,409		
Groepsanker-ID					
1-8					

www.hilti.nl

Firma:		Bladzijde:	5
Adres:		Constructeur:	
Tel. Fax:		E-mail:	
berekening:	mast B	Datum:	14-7-2020
Sub-Project Pos. Nr.:			

5 Gecombineerde trek- en afschuifbelasting (EOTA TR 029, paragraaf 5.2.4)

Staal bezwijken

β_N	β_V	α	Benutting $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,592	0,298	1,500	62	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

6 Verplaatsingen (hoogst belaste anker)

Kortdurende belastingen

N_{Sk}	=	52,175 [kN]	δ_N	=	0,1453 [mm]
V_{Sk}	=	2,168 [kN]	δ_V	=	0,0867 [mm]
			δ_{NV}	=	0,1692 [mm]

Langeduur-belastingen

N_{Sk}	=	52,175 [kN]	δ_N	=	0,3322 [mm]
V_{Sk}	=	2,168 [kN]	δ_V	=	0,1301 [mm]
			δ_{NV}	=	0,3567 [mm]

NB: Verplaatsingen t.g.v. trekbelasting zijn gebaseerd op de helft van het vereiste aandraaimoment voor ongescheurd beton! Verplaatsingen t. g. v. afschuiving zijn bepaald zonder inachtneming van wrijving tussen beton en voetplaat! De speling als gevolg van toleranties in boorgatdiameter en gatdiameter in voetplaat wordt niet beschouwd in deze berekening!

Hoeveel verplaatsing toelaatbaar is, hangt af van de verbinding en dient door de constructeur te worden bepaald!

7 Waarschuwingen

- De ankerberekenningsmethoden in PROFIS Engineering vereisen rigide voetplaten volgens de huidige regelgeving (AS 5216:2018, ETAG 001/Annex C, EOTA TR029, etc.). Dit betekent dat herverdeling van de belasting op de ankers als gevolg van elastische deformatie van de voetplaat niet wordt meegenomen - De voetplaat wordt stijf verondersteld, en dus niet vervormd wanneer onderhevig aan een belasting. PROFIS Engineering berekent de minimaal benodigde voetplaatdikte met EEM om de spanning in de voetplaat te minimaliseren, gebaseerd op de aannames zoals hierboven gesteld. Het bewijs dat de aanname correct is dat de voetplaat rigide is wordt niet door PROFIS engineering geleverd. Ingevoerde data en resultaten moeten worden gecontroleerd of deze in overeenstemming zijn met de bestaande voorwaarden en op geloofwaardigheid!
- De overdracht van de belastingen in de ondergrond moet worden gecontroleerd volgens EOTA TR 029 paragraaf 7!
- De berekening is enkel geldig indien het boutgat in de voetplaat niet groter is dan de waarde die is opgegeven in Tabel 4.1 van EOTA TR 029! Voor grotere boutgatdiameters zie Hoofdstuk 1.1 van EOTA TR029!
- De lijst van benodigheden is slechts ter informatie voor de gebruiker. In elk geval, dienen de gebruiksinstructies behorende bij het product opgevolgd te worden om een juiste installatie te bewerkstelligen.
- Boorgatreiniging moet volgens de gebruiksaanwijzingen worden uitgevoerd (2x blazen met olievrije perslucht (min. 6 bar), 2x borstelen, 2x blazen met olievrije perslucht (min. 6 bar)).
- Karakteristieke hechtspanningen zijn afhankelijk van korte en lange termijn temperaturen.
- De designmethod SOFA veronderstelt dat geen speling aanwezig is tussen de ankers en het te bevestigen deel. Dit kan worden bereikt door de opening op te vullen met voldoende sterke mortel -bijv. door gebruik te maken van de HILTI Seismische set/Vulset) of door andere geschikte middelen.
- De gebruiker is verantwoordelijk voor overeenstemming met geldende normen (zoals EC3, AS 4100, enz)
- Toetsing van de GGT valt buiten de scope van SOFA en dient door de gebruiker te worden verricht!
- De karakteristieke aanhechtsterkten zijn afhankelijk van de retourperiode (levensduur in jaren): 50



www.hilti.nl

Firma:		Bladzijde:	6
Adres:		Constructeur:	
Tel. Fax:		E-mail:	
berekening:	mast B	Datum:	14-7-2020
Sub-Project Pos. Nr.:			

Verbinding is VEILIG!

www.hilti.nl

 Firma:
 Adres:
 Tel. | Fax: |
 berekening: mast B
 Sub-Project | Pos. Nr.:

 Bladzijde: 7
 Constructeur:
 E-mail:
 Datum: 14-7-2020

8 Plaatsingsgegevens

 Voetplaat staal: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 Staalprofiel: geen profiel

 Gatdiameter in voetplaat: $d_f = 22,0 \text{ mm}$

Voetplaatdikte (invoer): 8,0 mm

Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend

Boormethode: Diamant-geboord + opruwgereedschap

Boorgatreiniging: Premium boorgatreiniging is vereist

 Ankertype en -afmeting: HIT-HY 200-A + AM (8.8) M20
 Artikelnummer: 407500 AM 8.8 20x1000 (insert) / 2022696
 HIT-HY 200-A (mortel)

Aandraaimoment: 150 Nm

Boorgatdiameter in het basismateriaal: 22,0 mm

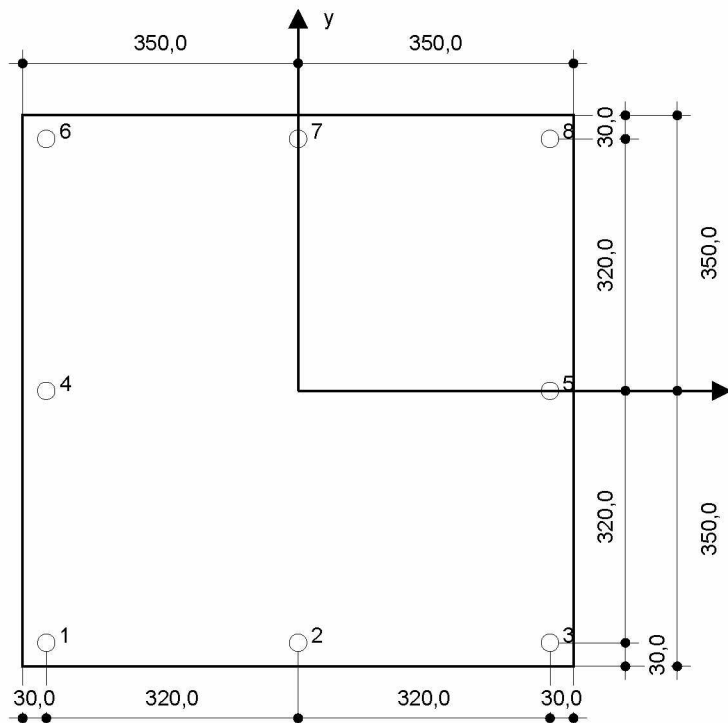
Boorgatdiepte in ondergrond: 400,0 mm

Minimale dikte van de ondergrond: 444,0 mm

 Hilti AM draadeinde met HIT-HY 200 injectiemortel met 400 mm verankeringsdiepte h_{ef} , M20, Verzinkt staal, diamantgeboord (met opruwgereedschap) installatie volgens ETA 11/0493, met gaten gevuld via Hilti Dynamic Set of ieder andere geschikte vuloplossing

8.1 Vereiste toebehoren

Boren	Boorgatreiniging	Plaatsing
<ul style="list-style-type: none"> Diamantboorstatief Opruwgereedschap 	<ul style="list-style-type: none"> Perslucht met benodigde toebehoren om van onder in het gat te blazen. 	<ul style="list-style-type: none"> Dispenser inclusief cassette en mixtuit Seismiek/Vulset Momentsleutel



Ankercoördinaten [mm]

Anker	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}	Anker	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-320,0	-320,0	-	-	-	-	5	320,0	0,0	-	-	-	-
2	0,0	-320,0	-	-	-	-	6	-320,0	320,0	-	-	-	-
3	320,0	-320,0	-	-	-	-	7	0,0	320,0	-	-	-	-
4	-320,0	0,0	-	-	-	-	8	320,0	320,0	-	-	-	-

www.hilti.nl

Firma:		Bladzijde:	8
Adres:		Constructeur:	
Tel. Fax:		E-mail:	
berekening:	mast B	Datum:	14-7-2020
Sub-Project Pos. Nr.:			

9 Opmerkingen

- Alle informatie en data die deel uitmaken van de Software hebben uitsluitend betrekking op het gebruik van Hilti producten en zijn gebaseerd op de principes, formules en beveiligingsregels zoals die van kracht zijn op technische richtlijnen die Hilti hanteert en de instructies voor gebruik, montage, assemblage enz. die strikt dienen te worden nageleefd door de gebruiker. Alle in die informatie genoemde cijfers zijn gemiddelden, wat wil zeggen dat op de specifieke toepassing toegesneden tests nodig kunnen zijn voordat een product van Hilti daadwerkelijk in gebruik wordt genomen. De uitkomsten van met behulp van de Software uitgevoerde berekeningen zijn in essentie niet los te zien van de door u als gebruiker ingevoerde gegevens. Eventuele fouten in die berekeningen zijn dan ook niet aan de Software toe te schrijven, maar, waar van toepassing, het gevolg van mogelijke onvolledigheid of irrelevantie van de door u ingevoerde gegevens. Daarnaast bent u ook als enige verantwoordelijk voor het laten controleren en bevestigen van zulke berekeningen en de uitkomsten daarvan door een terzake deskundige, met name waar het gaat om conformering aan geldende normen en voorschriften, voordat u deze toepast binnen uw organisatie. De Software is uitsluitend bedoeld als hulpmiddel bij de interpretatie van zulke normen en voorschriften, zonder dat garanties worden verleend ten aanzien van volledige correctheid en relevantie van de resultaten, noch ten aanzien van geschiktheid voor een specifieke toepassing.
- U bent persoonlijk verantwoordelijk voor binnen de grenzen van het redelijke te nemen stappen en maatregelen ter voorkoming van schade die het gevolg kan zijn van gebruik van de Software. Dat wil onder meer zeggen dat u zorg dient te dragen voor regelmatige backups van programmatuur en gegevens, en implementatie van updates op de Software die door Hilti ter beschikking worden gesteld. Als u ervoor kiest geen gebruik te maken van de AutoUpdate functie die in de Software beschikbaar is, dient u zeker te stellen dat u in alle gevallen met de actuele, op dat moment nieuwste versie van de Software werkt door middel van handmatige updates via de Hilti Website. Hilti is niet aansprakelijk voor schadelijke gevolgen, bijvoorbeeld in de vorm van gegevensverlies, gegevenscorruptie of schade aan programmatuur, van het op de genoemde punten in gebreke blijven door de gebruiker.

BOUTEN

Boutklasse	5.6
f_{yb}	300 N/mm ²
f_{ub}	500 N/mm ²
Bouttype	M16
A_s	157 mm ²
aantal b	2
aantal rij	2

Afmetingen plaat

l	260 mm
b	100 mm
t	12 mm
A	3120 mm ²

rekenwaarde belastingen

M_{Ed}	7 kNm
N_{Ed}	4 kN
V_{Ed}	3 kN

rekenwaarde per anker

F_{dc}	11 kN
F_{dv}	1 kN
F_{dt}	15 kN

2 ankers op trek

rekenwaarde per plaatje

F_{dc}	23 kN
F_{dv}	2 kN
F_{dt}	31 kN

materiaalfactor

(art2.2 NEN-EN 1993-1-8)

V_{M0}	1
V_{M2}	1,25
$V_{Ms,tension} = 1,2 f_{yk} / f_{uk}$	2

TOETSING BOUTEN CONFORM NEN-EN 1993-1-8

op trek belaste verbinding

NEN-EN 1993-1-8 3.4.2 en 3.6

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

trekweerstand per afschuifvlak

$$F_{t,Rd} = k_2 f_{ub} A_s / V_{M2}$$

k ₂ :	
verzonken kop	k ₂ = 0,63
overig	k ₂ = 0,9

k_2 0,63
 $F_{t,Rd} =$ 24,7 kN

u.c. $F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ 0,6

combinatie afschuiving en trek

NEN-EN 1993-1-8 3.6

u.c. $F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$ 0,5

op afschuiving belaste verbinding

NEN-EN 1993-1-8 3.4.1

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

Afschuifweerstand per afschuifvlak

$$F_{v,Rd} = \alpha_v f_{ub} A_s / V_{M2}$$

art3.6.1 NEN-EN 1993-1-8	boutklasse	α_v :
wanneer afschuifvlak door draad van bout gaat (A is A_s)	4.6, 5.6 en 8.8:	0,6
	4.8, 5.8, 6.8 en 10.9	0,5
wanneer afschuifvlak door schacht (zonder draad) van bout gaat (A is brutodoorsnede van bout)		0,6

α_v 0,6 (zie tabel)

A_s 157 mm²

$F_{v,Rd} =$ 38 kN

u.c. $F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ 0,0